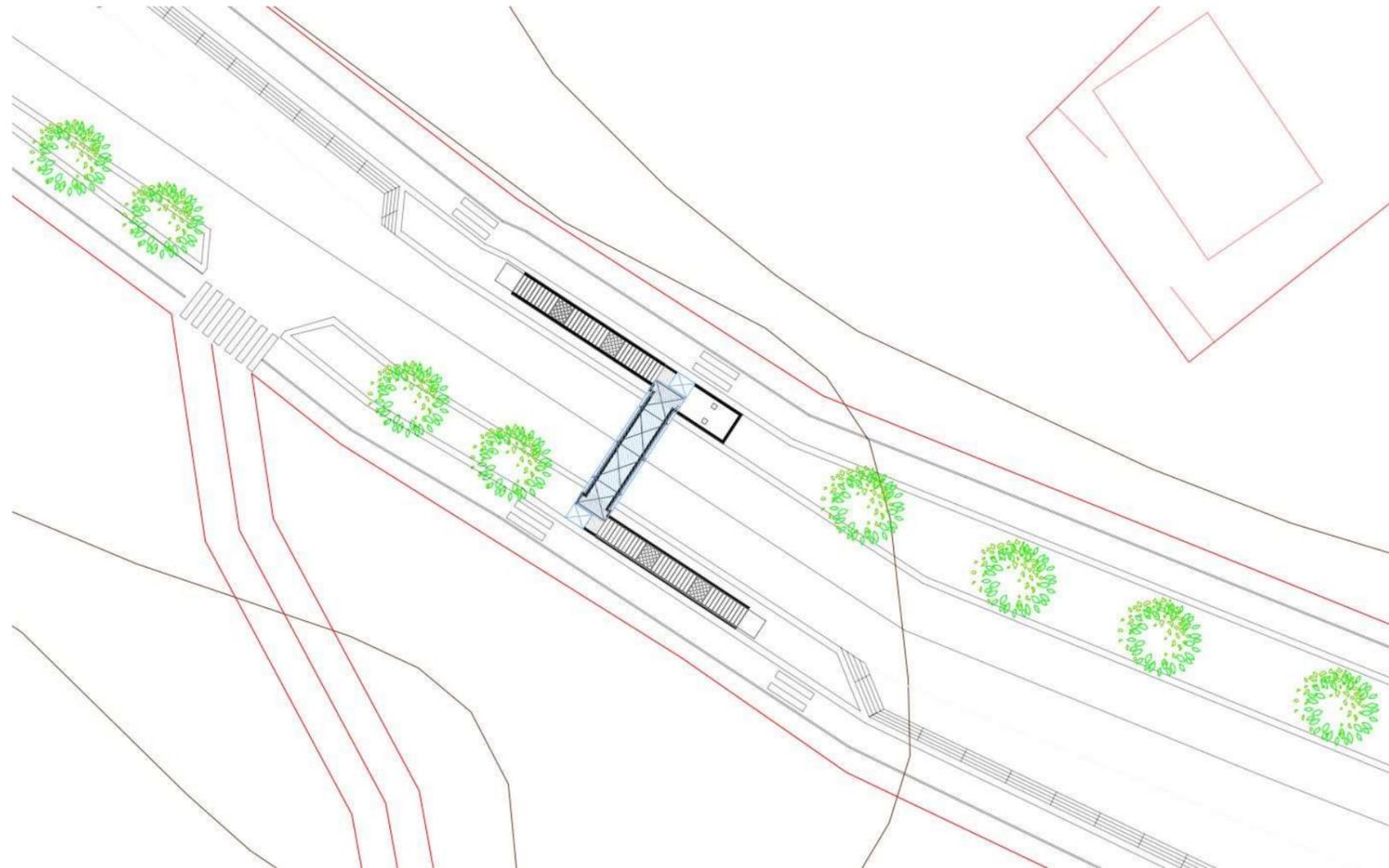


PASARELA DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO

FOOTBRIDGE TOWARDS BASTIAGUEIRO BEACH



AARÓN RAMA MACEIRAS

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

Proyecto Fin de Carrera, Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y Puertos, A Coruña , Octubre 202

ÍNDICE GENERAL:

Anejo nº20 : Presupuesto para conocimiento de la Administración

Anejo nº21 : Impacto Ambiental

DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº1 : Antecedentes

Anejo nº2 : Cartografía, Topografía y Replanteo

Anejo nº3 : Estudio Geológico

Anejo nº4 : Estudio Geotécnico

Anejo nº5 : Estudio Sísmico

Anejo nº6 : Estudio Climatológico

Anejo nº7 : Estudio de Alternativas

Anejo nº8 : Cálculo Estructural

Anejo nº9 : Proceso Constructivo

Anejo nº10 : Prueba de Carga

Anejo nº11 : Afecciones al tráfico

Anejo nº12 : Acondicionamiento Urbano y Reposición de servicios

Anejo nº13 : Gestión de Residuos

Anejo nº14 : Seguridad y Salud

Anejo nº15 : Expropiaciones

Anejo nº16 : Justificación de Precios

Anejo nº17 : Revisión de Precios

Anejo nº18 : Clasificación del Contratista

Anejo nº19 : Plan de Obra

DOCUMENTO Nº2 : PLANOS

2.1 Planos de Situación

2.2 Planos de Definición General

2.3 Planos de Replanteo

2.4 Planos de Cimentaciones

2.5 Planos de Definición de la Estructura Metálica

2.6 Planos de Detalles

2.7 Planos de Proceso Constructivo

2.8 Planos de Pruebas de Carga

DOCUMENTO Nº3 : PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.1 Disposiciones Preliminares

3.2 Descripción de las Obras

3.3 Condiciones que deben reunir los Materiales

3.4 Condiciones de Ejecución de las Obras

3.5 Medición y Abono de las Obras

3.6 Disposiciones Finales

DOCUMENTO Nº4 : PRESUPUESTO

- 4.1 Mediciones
- 4.2 Cuadro precios nº 1
- 4.3 Cuadro precios nº 2
- 4.4 Presupuesto
- 4.5 Resumen Presupuesto

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº1 : Antecedentes

Anejo nº2 : Cartografía, Topografía y Replanteo

Anejo nº3 : Estudio Geológico

Anejo nº4 : Estudio Geotécnico

Anejo nº5 : Estudio Sísmico

Anejo nº6 : Estudio Climatológico

Anejo nº7 : Estudio de Alternativas

Anejo nº8 : Cálculo Estructural

Anejo nº9 : Proceso Constructivo

Anejo nº10 : Prueba de Carga

Anejo nº11 : Afecciones al tráfico

Anejo nº12 : Acondicionamiento Urbano y Reposición de servicios

Anejo nº13 : Gestión de Residuos

Anejo nº14 : Seguridad y Salud

Anejo nº15 : Expropiaciones

Anejo nº16 : Justificación de Precios

Anejo nº17 : Revisión de Precios

Anejo nº18 : Clasificación del Contratista

Anejo nº19 : Plan de Obra

Anejo nº20 : Presupuesto para conocimiento de la Administración

Anejo nº21 : Impacto Ambiental

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE:

1. OBJETO DEL PROYECTO

2. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OBRA

3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

4. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

4.1. Generalidades

4.2. Tablero

4.3. Pavimento

4.4. Pilas

4.5. Aparatos de Apoyo

4.6. Cimientos

4.7. Barandilla

4.8. Acondicionamiento Urbano y Reposición de Servicios

4.9. Prueba de Carga

4.10. Proceso Constructivo

4.11. Protección y Conservación

5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

7. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

8. GESTIÓN DE RESIDUOS

9. AFECCIONES AL TRÁFICO

10. EXPROPIACIONES E INDEMNIZACIONES

11. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

12. REVISIÓN DE PRECIOS

13. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

14. PLAZOS DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA

15. PRESUPUESTO

16. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

17. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO

18. CONCLUSIÓN

1. Objeto del Proyecto

El objeto del presente estudio previo y análisis de las alternativas es analizar la situación actual de la zona donde va a ser proyectada la construcción de la pasarela peatonal, así como sus carencias y necesidades, con el fin de presentar posibles soluciones alternativas para la actuación que se va a llevar a cabo, tanto en emplazamiento como en diseño, y corregir así posibles deficiencias.

A lo largo de este estudio se describirán la situación actual y sus necesidades, las condiciones que rodean la obra, la valoración de cada alternativa u la elección y posterior justificación de cada una de las tomas de decisión. Cabe destacar que dentro de los aspectos condicionantes de la pasarela peatonal se ha considerado importante el hecho de que se trate de una de los principales accesos al Ayuntamiento de Oleiros, además de situarse en una posición con vistas privilegiadas a la Playa de Bastiagueiro, lo que le dará un valor añadido al aspecto estético como obra representativa del lugar.

2. Situación Geográfica y Entorno del Proyecto

Bastiagueiro es una localidad gallega situada en la zona costera del municipio de Oleiros, en la provincia de La Coruña, España. Forma parte de las parroquias de Liáns y Perillo.

La vía sobre la que se realizará esta pasarela se encuentra a escasos metros de la playa de Bastiagueiro, concretamente en el tramo que se encuentra entre la rotonda del “Ché Guevara” y la rotonda donde se encuentra la Facultad de Ciencias del Deporte y la Actividad Física (INEF).



Detalle de la zona de actuación (Paso de Peatones de la AC-173)



Situación de Galicia en España



Localización Concello de Oleiros

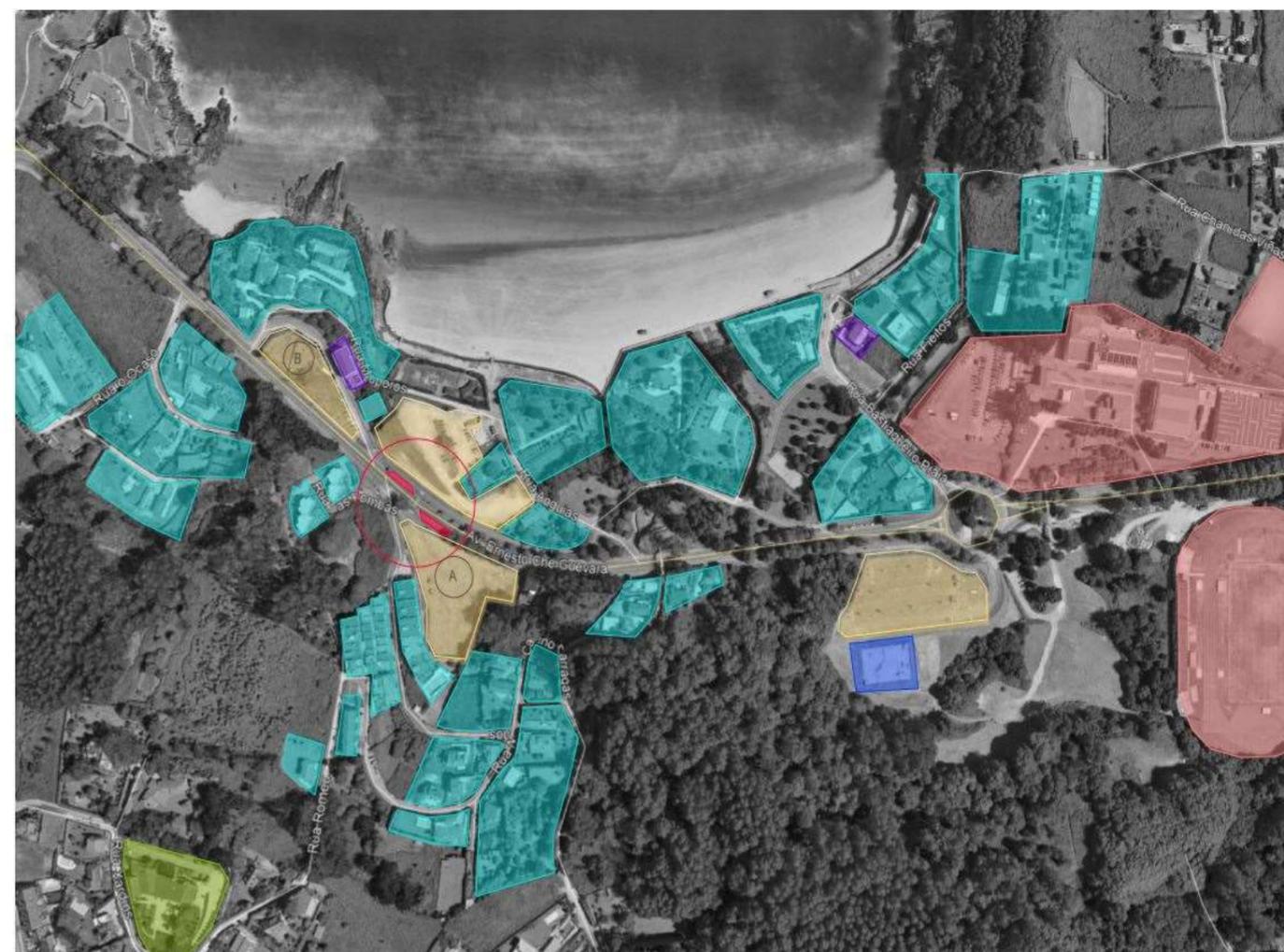
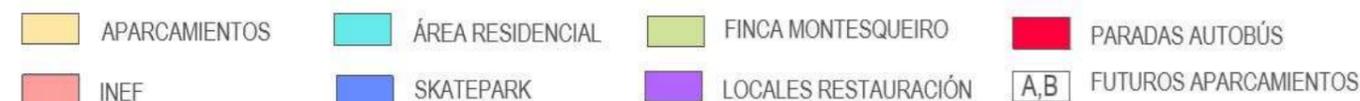
Vista aérea del Ayuntamiento de Oleiros, con detalle de la parroquia costera de Bastiagueiro

2.1 Entorno y Servicios

El área en concreto en la que está planeada la actuación aglutina una gran variedad de establecimientos y servicios, así como zonas residenciales, educativas, comerciales y recreativas. Entre otros, nos podemos encontrar con los siguientes:

- Aparcamiento principal de la playa de Bastiagueiro
- Nuevos aparcamientos proyectados a ambos lados de la Vía AC-173(En solares adyacentes)
- Escuela de Surf “Prado Surf “
- Restaurante Alcorte
- Skatepark Bastiagueiro (Dirección Bastiagueiro)
- Paseo marítimo y carril bici
- Paradas de bus de líneas de transporte escolar e interurbano que enlazan A Coruña con su área metropolitana (A ambos lados de la vía, justo en donde se realizará la pasarela peatonal)
- Finca Montesqueiro

- Áreas residenciales a ambos lados de la vía a las que solo se puede acceder mediante el paso de cebra que será sustituido por la pasarela peatonal
- INEF
- Colegio Público Valle Inclán
- Escuela de danza de Oleiros



Representación zonal de algunos servicios de la zona, con la zona de actuación dentro de el círculo rojo

Crecimiento de Bastiagueiro y Santa Cruz de Dorneda

Nos encontramos ante un municipio que ha crecido mucho en los últimos años. Y esto se ha producido también en los municipios adyacentes, como en este caso Santa Cruz. La cercanía con la ciudad de La Coruña y la disponibilidad de una gran variedad de viviendas de nueva construcción ha multiplicado sus habitantes.

Pero según se ha podido observar durante la realización de este estudio de alternativas con visitas de campo, este crecimiento poblacional ha venido potenciado por la creación de una gran cantidad de parques, espacios verdes, plazas públicas, paseos y procesos de urbanización en general que ha transformado a estas poblaciones cercanas a La Coruña en lugares muy deseables para vivir.

Los servicios antes enumerados son tan solo unos pocos de los que nos podemos encontrar en este Ayuntamiento que se encuentra en proceso de crecimiento y que cada año supera sus números de empadronamiento.

Se ha incluido esta imagen modificada con algunos de los principales servicios que se pueden encontrar alrededor de nuestra pasarela para permitir apreciar el flujo de personas al que tiene que dar servicio el actual paso de peatones.

2.2 ESTADO ACTUAL Y NECESIDADES



Representación aérea de las vías y paseos presentes en la zona de actuación (En círculo rojo)

Solución Actual

Existe un paso de peatones para permitir el tránsito de personas al otro lado de la vía, que es muy utilizado, y que obliga a corte constante del flujo de vehículos de la AC-173. El inconveniente de este paso a nivel reside en que se trata de la única alternativa posible para realizar este desplazamiento en un radio de aproximadamente 500 m. Esta distancia, a priori, realizada a pie podría parecer insignificante, pero para muchos usuarios del paseo consistiría en una razón suficientemente válida como para no plantearse el cruce mediante otra alternativa.

Y todo eso sin tener en cuenta las personas con movilidad reducida o residentes de las urbanizaciones y viviendas cercanas de mayor edad para los que ese pequeño obstáculo puede convertirse en la razón para no salir a pasear por la playa.

A continuación, se explicarán cada uno de los puntos más significativos del estado actual y la problemática de esta solución, que en su momento aportaría una solución perfectamente funcional al problema del cruce de peatones, pero que se ha visto completamente desbordada tanto por el crecimiento demográfico de la zona, como por el desarrollo comercial y de servicios.

Acceso principal

La pasarela objeto del siguiente proyecto se encuentra situada en la AC-173, comúnmente conocida como la Avenida "Ché Guevara", a la altura del único paso de peatones que permite cruzar de un lado al otro de la vía en un radio de 500 m. Es cierto que se dispone de una pasarela cercana a 150 desde el paso de cebrá dirección Oleiros, pero a esta se encuentra elevada y se llega a través de un área residencial de difícil acceso para el peatón.

Actualmente la AC-173 representa una de las principales vías de acceso al Ayuntamiento de Oleiros y tiene una afluencia de vehículos elevada. En horas punta llega a estar completamente colapsada con el tráfico prácticamente detenido. Con un IMD de 25000 vehículos/día (Según datos proporcionados por el departamento de Obras Públicas de Ayto. De Oleiros) es evidente que nos encontramos ante una vía muy concurrida.

Exceso de Velocidad

Cabe destacar que en este tramo la velocidad está limitada a 50 km/h pero es habitual que no se cumpla este límite por parte de los vehículos suponiendo esto un riesgo para el peatón que decide utilizar este paso de cebrá.

Mala Visibilidad

El lugar concreto en el que está actualmente el paso de peatones (que será objeto de sustitución por parte de la pasarela proyectada) se encuentra al final de una recta en pendiente descendente en ambos sentidos, en curva, y con filas de árboles que flanquean la vía por ambos costados. Esto presenta para los vehículos que habitualmente circulan a grandes velocidades una importante dificultad para realizar la frenada en caso de que exista un peatón cruzando la vía.

Peligrosidad

No es de extrañar que con esta clase de condicionantes se trate de un punto negro para viandantes, con 18 accidentes a lo largo de 2019 (Según datos oficiales proporcionados por el departamento de Obras Públicas del Ayuntamiento de Oleiros). La necesidad de una solución viable y accesible para todos es inexistente en la actualidad en la zona de actuación.

2.3 Proyectos de la Zona

A la altura del pase de cebrá actual, después del margen derecho de la carretera, dirección Oleiros, situado tras el paseo y el carril bici, se encuentra un solar que se dedicará a la construcción de un nuevo aparcamiento para la playa de Bastiagueiro. Este nuevo espacio de estacionamiento para vehículos servirá para cubrir la demanda de aparcamiento en los meses estivales, en los que tanto la playa como el paseo se encuentran a máxima capacidad.



Vista desde el actual paso de peatones del futuro emplazamiento de aparcamiento "A"

Además, este nuevo aparcamiento se complementará con otro de menores dimensiones en el lado opuesto de la AC-173 en dirección Coruña, en un solar vacío justo delante del restaurante "Alcorte". Ambos se pueden ver representados en el croquis de la página número 2 con las letras "A" Y "B", así como en el plan General del ayuntamiento de Oleiros (pueden distinguirse por una letra "P" representada encima de la superficie que ocupan) que se muestra a continuación en el apartado 3.4.

Esta actuación supondrá que la afluencia de personas que necesitaran cruzar la vía aumentará notablemente. Teniendo en cuenta que el paso de peatones actual supone la única alternativa posible, con todos los inconvenientes antes descritos, la realización de un paso peatonal a diferente nivel permitiría el flujo de tráfico continuo y el tránsito de personas de una forma cómoda y segura.



Vista desde el actual paso de peatones del futuro emplazamiento del aparcamiento "B"

2.4 Usos del Suelo

El Plan General de Ordenación Municipal del Ayuntamiento de Oleiros es el Documento que complementa la aprobación definitiva del 11/03/2009 de la Orden de la Consejería de Política Territorial de Obras Públicas y Transportes, con los términos y condiciones establecidos en la Orden del 11/12/2014 de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras.

En este Plan se encuentran los diferentes tipos de suelos distribuidos por zonas, y podemos observar una gran superficie que se ha destinado al uso residencial antes de la aparición de normativas más restrictivas con la construcción. Si bien es cierto que se ha ido recuperando el entorno mediante habilitación de zonas verdes y comunes, así como acondicionando todos los servicios auxiliares necesarios (Como sanitarios temporales en época estival y aparcamientos públicos) para el correcto uso y disfrute de esta preciosa localidad costera.

A continuación, incluiremos dos hojas del presenta plan, la 25-A y 25-B, ya que nuestra actuación se encuentra influenciada por la ordenación urbanística que abarca ambos planos.

3. Estudio de Alternativas

En este apartado realizaremos una comparación cualitativa entre las diferentes alternativas para concluir cuál de estas resulta la más adecuada como solución a nuestro proyecto constructivo. Mediante análisis multicriterio iremos seleccionando desde el tipo de solución peatonal, hasta los materiales empleados.

5.1 Elección del Tipo de Paso Peonatol

Se empezará por describir cada una de las opciones más comunes en la ingeniería civil para permitir el paso de peatones a través de una vía con tráfico rodado, y en último caso, se realizará una comparación cualitativa de todas ellas en función de los parámetros que se han considerado importantes cualitativamente en este proyecto.

Paso a nivel sin regular

No se trata de una opción válida teniendo en cuenta todos los inconvenientes ya descritos

Paso a nivel regulado por un semáforo

En esta alternativa se plantea la posibilidad de no realizar ningún proyecto constructivo. Simplemente consistiría en la instalación de un semáforo para regular el tráfico, permitiendo así el cruce peatonal de la vía con el tráfico completamente detenido. Éste funcionaría bajo demanda mediante un pulsador para intentar evitar cortes innecesarios.

Teniendo en cuenta las altas velocidades de circulación, así como el flujo continuo de tráfico rodado, esta alternativa supondría un estrangulamiento de la circulación, generando así mayores retenciones de las que ya existen y agravando la situación del tráfico en la AC-173.

Paso subterráneo

En esta alternativa se plantea el flujo peatonal a diferente cota que el tráfico rodado. Un paso subterráneo implicaría una mayor seguridad vial y comodidad tanto para peatones como para vehículos. No obstante, los pasos subterráneos pueden plantear serias dificultades en cuanto a seguridad ciudadana principalmente en lugares alejados del núcleo urbano.

Además, su construcción supondría una dificultad añadida y un coste elevado tanto en el proceso de construcción como en las labores de mantenimiento y cuidado.

En cuanto a sus principales ventajas, tendremos entre otras:

- Apenas existe impacto visual (Solo en accesos)
- Necesarias rampas de acceso o combinación de escalera + ascensor

- Gálibo reducido a salvar (Hasta un 40% menor)
- Uso de elementos prefabricados de Hormigón tipo cajón

En cuanto a sus principales desventajas:

- Ejecución más costosa (1200 €/m²) y cortes de tráfico durante gran parte del proceso
- Movimiento de tierras elevado
- Riesgo de inundaciones (Régimen pluvial y nivel freático)
- Mayor coste de mantenimiento (limpieza e iluminación permanente)
- Sensación de inseguridad (Riesgo de rechazo por parte de usuarios)

Paso superior mediante pasarela peatonal

En esta alternativa también se plantea el flujo peatonal y el tráfico rodado a diferentes cotas. En esta alternativa a AC-173 tampoco se vería afectada en ningún momento por el cruce de viandantes y la vía no sería un impedimento para el paso de personas, se mejorarían ambos flujos. Esta opción implicaría la necesidad de una rampa o una combinación de escalera + ascensor para posibilitar su uso por parte de cualquier peatón, con mayor o menor movilidad. Aquí disponemos de algunas de las ventajas de esta solución:

- Tráfico segregado (Mayor seguridad para conductores y peatones)
- Libertad de diseño y menor coste (700-900 €/m²)
- Accesibilidad y uso preferente por parte del usuario
- Buena iluminación durante el día
- Movimiento de tierras reducido
- Facilidad de construcción
- Menor afección al tráfico rodado durante ejecución (empleo de elementos prefabricados en ciertas secciones que solo requieren ensamblaje en obra)

En cuanto a las desventajas de esta alternativa, destacaremos:

- Mayor impacto visual
- Mayor gálibo mínimo para salvar
- Necesidad de rampa o combinación escaleras + ascensor
- Ejecución con posibles afecciones temporales a los carriles bici y peatonal

| CONCACIONANTES | PASO A NIVEL CON SEMÁFORO | PASO SUBTERRÁNEO | PASARELA |
|-------------------|---------------------------|------------------|----------|
| FUNCIONALES (20%) | 1 | 5 | 5 |
| DURABILIDAD (20%) | 5 | 3 | 4 |
| EJECUCIÓN (15%) | 5 | 1 | 3 |
| I.AMBIENTAL (10%) | 5 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS (20%) | 1 | 2 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 5 | 1 | 2 |
| TOTAL | 22 | 15 | 21 |
| PONDERADO | 3.4 | 2.75 | 3.95 |

Las puntuaciones han sido ponderadas sobre un total de 5 puntos, siendo esta la puntuación más favorable en cada uno de los condicionantes. Por tanto, podemos observar que la mejor alternativa, partiendo de los criterios que hemos descrito anteriormente, consiste en la realización de paso de peatones a diferente cota del tráfico rodado mediante una pasarela peatonal. Ahora se procederá con el análisis de las restantes alternativas.

5.2 Ubicación en Planta

Una vez descritos y expuestos los condicionantes y las carencias existentes en la actualidad en la zona de actuación, se realizará un estudio de la ubicación en planta de la pasarela en función de los recorridos peatonales, la luz a salvar, el espacio necesario para los accesos, y la afección a terrenos adyacentes.

Recorridos peatonales

Estos constituyen uno de los condicionantes más importantes que afectan a la toma de decisión de la ubicación en planta de nuestro proyecto constructivo. Teniendo en cuenta los servicios, paseos peatonales y ciclistas y las áreas residenciales de la zona, se han analizado los itinerarios peatonales más habituales.

Los principales flujos generados en la zona proceden de viandantes que quieren acceder a la playa desde las áreas residenciales al igual que alumnos de la escuela de surf. También se han podido observar un notable uso del paso de cebras actual por parte de los viajeros y estudiantes que se apean en ambas paradas de bus a ambos lados de la vía. A lo largo de este estudio se ha podido cuantificar un gran número de interrupciones en el tráfico rodado debido al uso de este paso de peatones. Se ha llegado a la conclusión que la localización del actual paso de cebras se encuentra en el lugar correcto en cuanto a la intersección de todos los flujos peatonales por lo que mantendremos la situación actual del mismo, manteniendo un margen de 10-15m de espacio disponible en caso de que haya que modificar levemente la situación de las paradas de bus por causa de los condicionantes constructivos de este proyecto.

Espacio necesario para accesos

El espacio necesario para los accesos constituye uno de los principales condicionantes a la hora de encontrar una ubicación en planta para nuestro trazado. Si bien es cierto que es espacio disponible entre la carretera y los paseos es más limitado, longitudinalmente (paralelo a estos) dispondremos de mayores dimensiones. Siempre como prioridad se dispondrán de las rampas de acceso/escaleras orientadas a las paradas de autobús que se encuentran a ambos lados de la vía.

Teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, lo más probable es que se tengan que desplazar la parada de bus entre 15-20m en dirección a Oleiros. Esa actuación previa implicaría la tala de 2-3 árboles y el asfaltado de 10m de explanada para que el autobús tenga un acceso progresivo en su desvío respecto de la vía principal para recoger y dejar viajeros en condiciones de seguridad y comodidad.

Por tanto, en función de la tipología de los accesos que tenga nuestra pasarela esta se proyectará en la situación actual del paso de cebras o se desplazará unos metros en dirección Oleiros para su correcto enlace con los flujos peatonales.

Gálibo a salvar

En cuanto a la altura libre mínima que será necesario dejar para el correcto paso de los vehículos por debajo de la pasarela, no habría ningún inconveniente ni restricción para poder llegar a los 5.5m de gálibo mínimo que la Norma 3.1-IC de trazado de carreteras indica.

Espacio necesario para accesos

El espacio necesario para los accesos constituye uno de los principales condicionantes a la hora de encontrar una ubicación en planta para nuestro trazado. Si bien es cierto que es espacio disponible entre la carretera y los paseos es más limitado, longitudinalmente (paralelo a estos) dispondremos de mayores dimensiones. Siempre como prioridad se dispondrán de las rampas de acceso/escaleras orientadas a las paradas de autobús que se encuentran a ambos lados de la vía.

Teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, lo más probable es que se tengan que desplazar la parada de bus entre 15-20m en dirección a Oleiros. Esa actuación previa implicaría la tala de 2-3 árboles y el asfaltado de 10m de explanada para que el autobús tenga un acceso progresivo en su desvío respecto de la vía principal para recoger y dejar viajeros en condiciones de seguridad y comodidad.

Por tanto, en función de la tipología de los accesos que tenga nuestra pasarela esta se proyectará en la situación actual del paso de cebras o se desplazará unos metros en dirección Oleiros para su correcto enlace con los flujos peatonales.

Afección a terrenos adyacentes

Se trata de uno de los aspectos más importantes que forma parte de los condicionantes económicos del proyecto constructivo. Sabiendo de los costes administrativos y legales de las expropiaciones de terrenos, se ha decidido proyectar este paso peatonal evitando cualquier terreno no disponible/perteneciente al ayuntamiento. En cuanto al nuevo aparcamiento que se proyectará por parte del ayuntamiento de Oleiros ya se ha tenido en cuenta ese terreno como accesible, aunque de poder evitarse no se dispondrá en ningún momento de este.

Tipología de Accesos

El tipo de accesos a emplear dependerán directamente del paso peatonal escogido anteriormente. Aquí se han evaluado todas las posibles alternativas de igual forma por si de algún modo se encontrase una solución más beneficiosa que nos obligase a replantearnos la solución en forma de pasarela.

Las opciones de tipología de accesos son dos, o proyectamos una rampa con la pendiente necesaria para cumplir con los condicionantes de accesibilidad (Que exige mucho espacio en planta) o nos decantamos por una solución de escalera y ascensor, que no solamente cubre al mismo espectro de usuarios, sino que aporta un mayor servicio y comodidad para aquellos que son más vulnerables frente a barreras arquitectónicas.

Independientemente de estos condicionantes, tenemos las limitaciones geométricas propias de las rampas. Como se ha indicado en el apartado anterior (Apartado 4.4 “Condicionantes Geométricos”), se exigen unas pendientes mínimas para que las rampas tengan la consideración de “Adecuadas”. Esas pendientes mínimas nos generarían o bien, una rampa muy larga (De realizarse de forma continua) o una mayor demanda de espacio en planta (de realizarse con descanso en zig-zag). Uno de los principales inconvenientes de la zona en la que se realizará este proyecto constructivo es la escasez del espacio transversal disponible en planta, por ello, la alternativa de realización de la rampa en zig-zag no se contempla como una opción viable. En cuanto a la rampa continua, para satisfacer las pendientes exigidas, implicaría una longitud demasiado extensa, que dejaría el acceso a nuestra pasarela demasiado lejos de los flujos peatonales, lo cuál no favorecería en absoluto el uso de la misma.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se ha llegado a la conclusión de que no es adecuado el empleo de ninguna de las tipologías de rampas para satisfacer las necesidades peatonales en este emplazamiento en concreto.

Por tanto, en la realización de este proyecto constructivo se ha decidido optar por la segunda solución (Escaleras + Ascensor). Se ha considerado que es más integradora para el usuario y además nos permite que el acceso a la pasarela se sitúe en el punto donde confluyen todos los trayectos peatonales.

Con este tipo de acceso (Solución de escalera + ascensor), a continuación, se comparan las distintas alternativas de paso peatonal expuestas en el apartado anterior. Ya se ha llegado a la conclusión de que la mejor opción es la pasarela elevada, pero se han querido incluir la mayor variedad de opciones posibles para hacer incapié en que la solución adoptada ha sido la correcta.

En este cuadro comparativo se están relacionando los pasos peatonales con las pequeñas variaciones que se pueden producir en el diseño en planta para encajar en el entorno las diferentes alternativas:

| TIPO DE PASO | TIPO DE ACCESO | SITUACION EN PLANTA |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| A NIVEL CON SEMAFORO | NINGUNO | MISMA |
| PASO SUBTERRÁNEO | ESCALERA + ASCENSOR/ RAMPA | MISMA |
| PASARELA SUPERIOR | ESCALERA + ASCENSOR/ RAMPA | DESPLAZAMIENTO + ACTUACIONES PREVIAS |

Como se puede observar en esta tabla, se muestra que la opción por la que nos hemos decantado anteriormente (pasarela peatonal) implicará la realización de algunas actuaciones previas y del desplazamiento del paso peatonal unos 10-15m en dirección Oleiros desde La Coruña.

Se ha tenido en cuenta este inconveniente, con la planificación, el coste que supone y los trabajos previos que requiere, y las ventajas que se obtienen con la realización de este tipo de accesos suponen una mejora tan significativa para los peatones que se estimado necesario asumir esas actuaciones previas. De todos modos, las actuaciones que se están planteando consisten en unos pocos metros de asfaltado y la tala de 2-3 árboles, lo cual influye poco o nada en el montante final del presupuesto y en el tiempo de ejecución a necesitar.

5.3 Materiales a Emplear

En cuanto a la elección del material que emplearemos en nuestro paso elevado se han tenido en cuenta aquellos que son más comúnmente empleados en la ingeniería civil para la construcción de pasarelas peatonales, como son madera, hormigón, acero y la combinación de estos. A continuación, se describirán brevemente las principales cualidades e inconvenientes de cada uno de ellos, con una valoración orientada a nuestro proyecto constructivo.

Madera

De los anteriores sería el material más integrado en el medio que ambiente, con un menor impacto ambiental (Al menos visualmente), pero con propiedades resistentes y durables menos adecuadas que otros. El hecho de añadir un ascensor para permitir el uso por parte de personas con movilidad reducida implica que este material no sea el idóneo para resistir esas cargas estructuralmente.

Entre sus principales cualidades tendríamos:

- Integración con el entorno y sostenibilidad
- Discreción visual
- Facilidad y rapidez de montaje

Entre sus características menos deseables nos encontraríamos, por otra parte:

- Estructura y apoyos no ideales por necesidad de uso de ascensor (Maquinaria y cargas añadidas)
- Degradación en ambiente con exposición cercano al mar
- Necesidad de mantenimiento periódico elevada
- Inferior resistencia respecto a impactos de vehículos (Cercanía a la vía)
- Precio más elevado (Necesaria madera con características muy concretas como el Nogal, de alto coste)
- Mano de obra muy especializada

Hormigón

Uno de los principales materiales utilizados en la construcción y en la ingeniería civil.

Además de sus características resistentes (a compresión) nos permitiría su empleo tanto en elementos prefabricados como en hormigón armado (con acero), lo cual facilitaría mucho la ejecución, entre otras cualidades tendríamos:

- Estructuralmente muy seguro (con mayor resistencia a impactos de vehículos, el material empleado en los pilares de todos los aparcamientos)
- Posibilidad de uso de elementos prefabricados y de combinación con acero (H.A)
- Tiempos menores de colocación (En caso de uso de elementos prefabricados)
- Mayor resistencia, con mantenimiento casi nulo
- Libertad de diseño y múltiples formas

Por el contrario, este material tendría algunas desventajas en cuanto a su uso

- Mayores tiempos de colocación (En caso de necesitar hormigonado i situ, fresco)
- Mayor impacto ambiental y visual
- Implicaría un canto en el tablero demasiado grande, por lo que se descartaría para este elemento

Acero

Otro de los materiales por excelencia de uso más extendido en la ingeniería civil. Con una combinación de propiedades difícilmente igualables por parte de otros materiales. La versatilidad de diseños que nos permitiría el acero complementa sus excelentes cualidades resistentes, tanto frente a esfuerzos a tracción como a compresión.

Principales cualidades:

- Estructuralmente muy seguro (Esfuerzos a tracción y compresión)
- Compatibilidad con elementos de hormigón (Se complementan)
- Tiempos cortos de montaje en obra
- Menor impacto visual que otros materiales
- Nos permitiría un canto mucho menor (más esbelto) en el tablero de la pasarela

Por contra algunas de sus características menos deseables serían:

- Estructura completa de acero poco atractiva visualmente, aspecto industrial (Pasarelas de Perillo)
- Corrosión en ambiente agresivo (Necesidad de protección)
- Necesidad de mantenimiento adecuado, aunque inferior a la madera
- Necesidad de personal especializado para correcto montaje y realización de las uniones (Puntos críticos)

Mixtas

En este apartado se han decidido incluir la combinación de los materiales anteriormente descritos. Si bien es cierto que entre ellos son todos compatibles y existen numerosos ejemplos de estructuras y construcciones en las que se han empleado combinaciones de Madera + Hormigón y Madera + Acero, es mucho más habitual encontrarse las

estructuras Mixtas compuestas por el tándem Acero + Hormigón. En general siempre será más sencillo encontrar mano de obra adecuada y especializada en tipologías estructurales que se emplean más a menudo.

Independientemente de que tanto el hormigón prefabricado como el hormigón armado ya son de por sí un material mixto que combina ambos elementos, se tendrán en cuenta en este análisis multicriterio como materiales en sí mismos.

Para las estructuras mixtas, por tanto, se han considerado las características más favorables de cada uno de estos dos materiales (Hormigón y acero), empleándose en partes diferentes de nuestra pasarela peatonal.

Se ha llegado a la conclusión de que se podrían aprovechar mejor las características del Hormigón en los pilares de nuestra estructura, soportando tanto al tablero como al mecanismo del ascensor, y que el acero podría trabajar mejor siendo empleado en el tablero de la pasarela y en la plataforma del mirador.

A continuación, se realizará un análisis multicriterio para determinar los principales materiales a emplear en la estructura de nuestro proyecto constructivo:

| CONDICIONANTES | MADERA | ACERO | HORMIGÓN | MIXTA (TABLERO ACERO + PILARES HORMIGÓN) |
|---------------------------|--------|-------|----------|--|
| RESISTENCIA (20%) | 3 | 5 | 5 | 5 |
| MANTENIMIENTO (20%) | 2 | 3 | 4 | 5 |
| FACILIDAD EJECUCIÓN (15%) | 5 | 4 | 4 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL (10%) | 5 | 3 | 2 | 2 |
| ESTÉTICOS (20%) | 4 | 1 | 1 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TOTAL | 21 | 18 | 17 | 23 |
| PONDERADO | 3.35 | 3 | 3.1 | 4.05 |

Puntuaciones ponderadas realizados sobre 5, siendo este la puntuación más favorable en cada condicionante.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos en nuestro análisis multicriterio, se ha podido observar como la combinación de Hormigón para los pilares con Acero para el tablero de la pasarela es aquella que satisface los condicionantes que se han marcado para la realización de este proyecto constructivo.

Se ha de tener en cuenta que se emplearán más materiales en esta pasarela peatonal, aún no se ha determinado en que material se realizarán las escaleras, pero es seguro que se tratará de uno de estos dos. Además, se empleará vidrio para realizar la cubrición de algunos elementos en la pasarela, tales como la salida del ascensor y algún tramo intermedio del tablero para que ejerza de protección contra el viento y la lluvia.

También es posible que se realice algún tipo de acabado ornamental en el hormigón para mejorar la estética de este, o incluso la aplicación superficial de piezas de otro material para dotarlo de una superficie más atractiva y ornamental.

De todos modos, la utilización de este tipo de materiales no ha sido juicio de análisis multicriterio ya que aquí solo se han comparado los elementos principales y estructurales. Durante el proceso de diseño y ejecución se decidirán los detalles restantes de nuestro proyecto constructivo.

Es importante destacar que no se ha contemplado la posibilidad de emplear vidrio con acero en los pilares del ascensor, como en muchas otras pasarelas peatonales y elevadores públicos que se han podido observar en otros lugares, por precaución.

En primer lugar, porque la seguridad que nos proporciona el hormigón armado/prefabricado frente a impactos de vehículos es incomparable con otros materiales ya que permite la continuidad de uso de la pasarela, aunque se produzca un impacto directo proveniente de la AC-173, ya que nuestro proyecto se encuentra a pocos centímetros de esta. Por eso es el material más seguro frente a impactos (empleado en los aparcamientos, según CTE).

En segundo lugar, se ha evitado esta tipología de estructura porque al encontrarse en una zona apartada del núcleo urbano, pese a disponer de un gran uso por parte de los viandantes durante el día, por la noche no es utilizada. Y se han intentado evitar posibles destrozos y actos de vandalismo como ya han ocurrido en numerosas marquesinas y zonas públicas en las que han aparecido rotos los cristales (Como aquellos empleados en zonas comunes en la zona de la Marina, en el centro histórico de la ciudad de la Coruña)

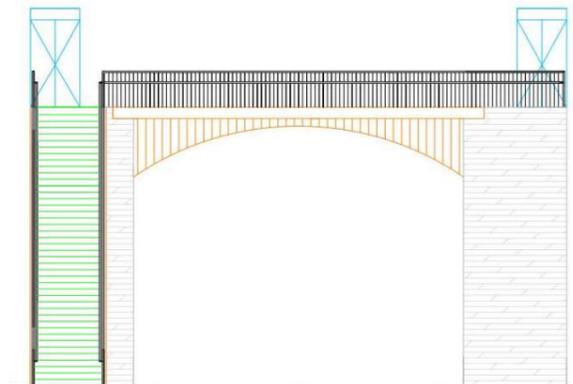
Ambos factores se han considerado determinantes a la hora de no emplear esta combinación de materiales, aunque también habría sido posible su empleo y seguramente habría permitido un diseño más liviano y luminoso.

5.4 TIPOLOGÍA DE TABLERO

Mediante los análisis multicriterio previos se ha llegado a la conclusión de que la mejor alternativa posible para la realización de la estructura del tablero sería en acero. En este último análisis se terminará por describir nuestra pasarela peatonal indicando cual es la tipología que mejor se ajusta a los condicionantes de nuestro proyecto.

Pasarela en arco con tablero superior

Alternativa compuesta por arcos simétricos que soportan al tablero, el cual está compuesta por una serie de vigas cruzadas sobre las que se disponen unas placas de hormigón prefabricado con bovedillas que constituyen el paso peatonal. En esta alternativa se produce la yuxtaposición de elementos longitudinales en y transversales para alcanzar la resistencia necesaria para soportar el tablero.

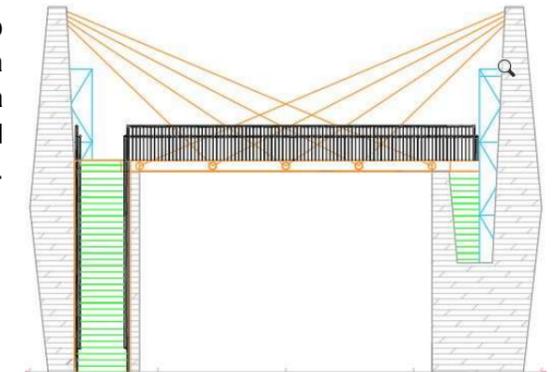


Se pueden destacar de entre los principales inconvenientes de esta tipología:

- Mantenimiento periódico por la cantidad de pequeños elementos de Acero (frente a corrosión)
- Diseño más costoso
- Pérdida de gálibo por causa de los arcos concéntricos, que se deberá solucionar o bien aumentando la altura del tablero o bien alargando la pasarela para que se permita el paso a los vehículos cumpliendo la altura mínima de 5,5 metros.
- Ejecución y mantenimiento de las uniones, que serán muchas ya que el arco está integrado por piezas relativamente pequeñas que necesitan estar correctamente enlazadas.

Pasarela atirantada

Alternativa compuesta por unos tirantes que soportarían el peso del tablero. Por un lado, tendría una menor presencia volumétrica y se vería mucho más liviana. Estéticamente se trataría de la propuesta más atractiva, siendo esta su principal atributo. El inconveniente principal es el coste general, no solo constructivo.

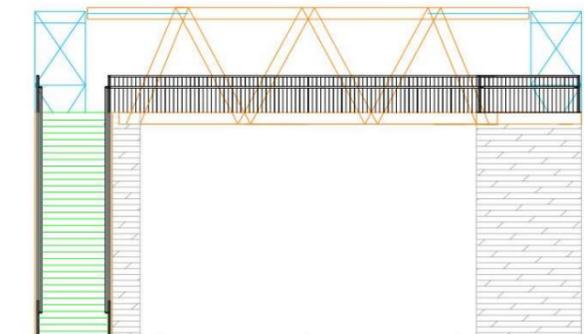


Entre sus características menos deseables encontramos:

- Mayor dificultad de construcción de la pasarela completa
- Mayor coste de ejecución del tablero de por sí
- Diseño y cálculos más complejos
- Necesidad de anclajes en pilares de hormigón para el sustento del tablero
- Necesaria ejecución óptima y un continuo mantenimiento de anclajes para condiciones climáticas adversas
- Requiere mayor complejidad a la hora de integrar elementos atirantados con mecanismo de ascensor
- Mayor complejidad al integrar las cubiertas con los cables

Pasarela en celosía metálica

En esta alternativa en el vano principal se emplea un tablero en celosía de acero tipo cajón. Con cordones superiores e inferiores soportando los esfuerzos a tracción y compresión, y con los elementos en diagonal convirtiendo los cortantes en axiles. Esta alternativa combina perfiles longitudinales y transversales que soportan el tablero mediante una celosía metálica. A priori será la alternativa más interesante por su facilidad de fabricación, montaje y cálculo.



Nos permitiría mantener la altura mínima de gálibo sin problema ya que trabaja con perfiles más esbeltos y con los elementos de protección y mantenimiento adecuado mantiene sus propiedades resistentes de forma correcta a lo largo de su vida útil.

En comparación con las otras dos alternativas, las ventajas de esta alternativa serán:

- Esbeltez y mantenimiento de gálibo sin aumento de material ni longitud
- Fácil mantenimiento sin pérdida de servicio
- Diseño que permite y facilita la integración de la cubierta de vidrio a la salida del ascensor, así como en tramos intermedios por sus formas simples y rectas.
- Mayor sencillez y facilidad de cálculo y ejecución

Por otro lado, respecto a otras alternativas, tiene aspectos que no juegan a su favor como:

- Necesidad de mano de obra especializada para la realización de las uniones (elementos críticos)
- Mantenimiento de las uniones
- Protección frente a corrosión
- Necesidad de mano de obra especializada

| CONDICIONANTES | ARCO | ATIRANTADA | CELOSÍA |
|-------------------------|------|------------|---------|
| RESISTENCIA (20%) | 5 | 4 | 5 |
| MANTENIMIENTO (20%) | 3 | 2 | 4 |
| EJECUCIÓN (15%) | 3 | 3 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL (10%) | 3 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS (20%) | 4 | 5 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 3 | 2 | 5 |
| TOTAL | 21 | 19 | 25 |
| PONDERADO | 3.6 | 3.25 | 4.25 |

Puntuaciones ponderadas realizados sobre 5, siendo este la puntuación más favorable en cada categoría.

Por lo tanto, como resultado del último de los análisis multicriterio que se han llevado a cabo en este proyecto en cuanto a la figura a emplear en el tablero, se ha llegado a la conclusión de que la mejor tipología para la pasarela es una celosía metálica.

Finalmente queda descrito el último elemento constructivo, tratándose al final de una Pasarela Mixta (Acero + Hormigón) con Ascensor y escaleras, desplazada 10-15m en dirección Coruña-Oleiros respecto a la situación actual del paso de peatones, y con el tablero en celosía.

A Continuación, se incluirá un cuadro resumen que incluirá cada uno de los apartados anteriores para la representación general de todos los análisis multicriterio de forma esquemática en la página siguiente.

ANÁLISIS MULTICRITERIO GENERAL

| CONDICIONANTES | TIPO DE PASO | | | MATERIALES | | | | TIPOLOGÍA DE TABLERO | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------|-------|----------|------------------|----------------------|------------|---------|
| | PASO A NIVEL CON SEMÁFORO | PASARELA ELEVADA | PASO SUBTERRÁNEO | MADERA | ACERO | HORMIGÓN | ACERO + HORMIGÓN | ARCO | ATIRANTADO | CELOSÍA |
| FUNCIONALES / RESISTENCIA | 1 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| DURABILIDAD / MANTENIMIENTO | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 |
| EJECUCIÓN | 5 | 3 | 1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| ECONÓMICOS | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| TOTAL | 22 | 21 | 15 | 21 | 18 | 17 | 23 | 3 | 2 | 5 |
| PONDERADO | 3.4 | 3.95 | 2.75 | 3.35 | 3 | 3.1 | 4.05 | 3.6 | 3.25 | 4.25 |

En este cuadro se han reunido todos los análisis multicriterio del apartado en un cuadro resumen en donde se pueden observar en verde las mejores valoraciones obtenidas sobre 5

4. Descripción de las Obras

4.1. Generalidades

La pasarela está compuesta por tres tramos diferenciados, dos de los cuales son rampas y un vano de cruce de la carretera, siendo los tres tramos rectos.

El vano principal tiene una longitud de aproximadamente 9 metros, siendo la distancia máxima entre apoyos de la misma longitud. En cuanto a las rampas de acceso, ambas son idénticas y se elevan hasta alcanzar una altura de 5.5 m , siendo la longitud que ocupan en planta la de 11.90 m.

La estructura se sostiene mediante apoyos en V compuestos por pilas metálicas conformadas por perfiles IPE 240 metálica, y por pilares de hormigón armado que sostienen la estructura sobre la que se asienta el ascensor y las salidas tanto del mirador como de las rampas de acceso.

4.2 Tablero

El tablero presenta un esquema de estructura en celosía, siendo todos los perfiles metálicos que lo conforman iguales, IPE 200. Tras realizar el dimensionamiento mediante el modelo de cálculo Cype 3D ,se obtuvo una estructura heterogénea con hasta 3 perfiles diferentes. Pero teniendo en cuenta la complejidad que puede resultar a la hora de realizar tanto la fabricación como el proceso constructivo, se ha decidido realizar un diseño conformado con elementos iguales, resultado como perfil ideal (dentro de la tipología de perfiles IPE que hemos escogido) el IPE 200.

El tablero está formado por cuatro cordones longitudinales (dos superiores y dos inferiores), estando los inferiores apoyados mediante neoprenos zunchados en la estructura de hormigón armado. Además, los cordones superior e inferior se encuentran unidos mediante perfiles conformando un diseño triangular. Por otra parte, cada cordón inferior está arriostrado lateralmente con el otro mediante celosía, y lo mismo ocurre con los superiores.

La separación entre ejes de las vigas longitudinales es de 2.3 metros, siendo el ancho total del tablero de 2,50 m . Las vigas longitudinales están unidas mediante unas barras perpendiculares a estas separadas a intervalos regulares de distinta longitud dependiendo de cada tramo, pero de forma simétrica.

Todas las barras están resueltas mediante una sección en "H" IPE 200, cuyas características se describen a continuación. Constan de un alma de 5.6 mm y un espesor de ala de 8.5 mm, siendo la altura de los mismos 200 mm y la anchura de las alas de 100 mm .

4.3 Pavimento

Es el elemento que va a recibir directamente las sobrecargas de uso y está formado por una chapa grecada que realiza la función de encofrado perdido del hormigón de la losa y de armadura de momentos flectores positivos una vez ha fraguado el hormigón, y por una capa de hormigón HA-25 de 16cm de espesor, ocupando todo el

espacio que se encuentra entre la chapa grecada y el borde del perfil IPE 200. La conexión del forjado de chapa colaborante con las vigas transversales del tablero se realiza mediante

conectores CTF 12/90 cada viga transversal, anclados mediante clavos aplicados por disparo con pistola.

El acabado superficial del forjado consiste en un pavimento conformado por una chapa de 6 mm con marcas antideslizantes, idéntica a la chapa que conforma los escalones de las rampas.

4.4. Pilas

El tablero está apoyado en la estructura sobre la que se asienta el mecanismo del ascensor y sobre la que se apoyan los extremos de las rampas y el mirador. Mediante apoyos elastoméricos se transmiten las cargas desde el tablero hasta las vigas perimetrales que "unen" los cuatro pilares de hormigón de cada extremo de la pasarela.

Estas pilas están constituidas por hormigón armado y constan de una sección rectangular de 300x300 mm. El hormigón que conforma todos los elementos que aparecen en esta pasarela peatonal será de HA-25/P/30/IIIa.

Pero tanto las rampas como el mirador, independientemente de estar apoyado en las pilas de hormigón armado, constan de pilares en forma de "V" cuyas alturas variarán en función de la localización del mismo, pero siempre estarán conformados por perfiles IPE 240. Las diferentes alturas corresponden con las cotas de los descansos de las rampas y las cotas de las pasarelas respectivamente. Las características de estos perfiles IPE 240 son las siguientes, constan de un alma de espesor 6.2 mm, unas alas de espesor 9.8 mm, una altura de 240 mm y una anchura de 120mm. Todos los elementos de acero estructural de esta pasarela peatonal serán S 275 JR.ç

4.5 Aparatos de Apoyo

Los aparatos de apoyo empleados en la estructura son apoyos elastoméricos armados, con unas dimensiones de 350x250 mm y una altura total de 10 mm.

Estos apoyos están fabricados mediante capas de caucho clorado completamente sintético, entre las cuales se encuentran intercaladas chapas de acero completamente recubiertas por el material elastomérico. Las diferentes capas están unidas entre sí y con las chapas mediante un estudiado proceso de vulcanización, de forma que, bajo la acción de las cargas, no puedan desplazarse en absoluto unas sobre otras.

Estos apoyos permiten absorber movimientos en una o varias direcciones, transmitir cargas de un elemento constructivo a otro y liberar los movimientos provocados por acciones térmicas, reduciendo así los esfuerzos en el tablero.

Para que la superficie de tránsito sea continua se colocan juntas de dilatación constituidas por una banda de material elastomérico con refuerzos interiores de acero, que absorben los movimientos de la estructura.

4.6 Cimentaciones

Nuestra estructura se ha resuelto mediante zapatas cuadradas o rectangulares. Siendo las rectangulares la que transmiten los esfuerzos desde la cota mas baja de las rampas de acceso, quedando el resto de las zapatas de nuestra cimentación con forma cuadrada para el resto de pilares, tanto metálicos como de hormigón, aunque con diferentes dimensiones tal y como se explica a continuación. Todos los elementos de cimentación se asientan sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza HM-15.

El hormigón empleado en todas las zapatas es un HA-25/B/15/IIIa, mientras que en el acero para armaduras se utiliza un B 400 S. A continuación, se describen brevemente los distintos elementos de cimentación para cada zapata, que se pueden consultar con un mayor grado de detalle de sus armados, placas de anclaje y demás elementos en el documento nº2: Planos.

Continuando con la nomenclatura empleada dicho documento (documento nº2: Planos) las zapatas que sustentan el inicio de las rampas desde el suelo son rectangulares y se encargan de recoger las cargas procedentes de los pilares 1 y 4.

Las placas de anclaje son de acero S275 JR y tienen unas dimensiones en plano de cimentación de 75x65x30 cm., con pernos de redondo liso de 25 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 55 cm. Estas placas serán las mismas para todas las zapatas por lo que no se repetirá esta descripción a lo largo de este anejo estructural.

Las zapatas sobre las que se asientan los pilares metálicos con perfiles IPE 240 tienen forma rectangular, mismos materiales que las anteriores, pero con unas dimensiones en planta de 75x65 cm, siendo la profundidad de 30cm la misma en todas ellas.

Las zapatas sobre las que se asientan los pilares de hormigón sobre los que descansa la estructura del ascensor y sobre los que se apoyan tanto el tablero como las rampas y el mirador son cuadradas, con iguales materiales y placas de anclaje que las anteriores pero con unas dimensiones de 80x80 cm , manteniendo la profundidad constante de 30 cm.

3.7 Barandillas

Barandilla metálica de acero galvanizado, conformada por un perfil rectangular hueco de 4 cm de ancho, llegando hasta una altura de 95 cm, además consta de un pasamanos de 4cm de diámetro que se encuentra unido a la misma mediante soldadura en los puntos de apoyo de apoyo de la pasarela con la estructura. Este pasamanos alcanza una altura de 67 cm,

4.8 Acondicionamiento Urbano y Reposición de Servicios

En este apartado se darán indicaciones acerca de los materiales a emplear para la reurbanización de aquellas superficies que resulten afectadas por la construcción de la "Pasarela peatonal de Acceso a Playa de Bastiagueiro", con el objetivo de que queden perfectamente acondicionadas.

Se han consultado los siguientes documentos:

- Instrucción 6.1.-1.C. y 6.2.-1.C. Secciones de firme. MOPU. 1989.
- Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano. MOPTMA. 1995.

Debido a la ejecución de las obras y al procedimiento constructivo propuesto se afectará notablemente a la pavimentación de las aceras, al estar en la zona de influencia de las cimentaciones de las pilas.

En la operación de montaje de la estructura será necesario ocupar varias zonas a ambos lados de la vía para acopio de material, que volverán a restaurarse una vez terminada la obra. Pese a que es probable que la pavimentación resulte dañada durante la obra a causa de las excavaciones, del almacenamiento de material o del trabajo de los equipos, está prevista su reposición mediante una similar a la existente, compuesta por una cama de hormigón en masa de 10 cm sobre la que se colocan losetas hidráulicas de 30x30 cm sentadas con mortero 1/6 de cemento. Los bordillos, fundamentales para la seguridad de estructura y peatones, serán rectos y de hormigón, con dimensiones de 12x25 cm, según Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Una vez concluidas las obras se llevará a cabo en esta misma zona una renovación del mobiliario urbano. Todos estos elementos se encuentran definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y mantendrán la armonía estética con el resto del entorno.

Todo desperfecto adicional ocasionado a pavimento, mobiliario urbano, etc. durante las obras, así como su posterior acondicionamiento, será igualmente responsabilidad del contratista. Asimismo, cuando finalicen las obras se limpiará la zona y se procederá a la retirada del material sobrante y la maquinaria (objeto de la partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación).

Dado el carácter académico del presente proyecto, no se realiza un estudio exhaustivo de servicios afectados y su reposición posterior que habría que realizar en un proyecto real. En la zona de actuación de la pasarela no existe ninguna red de alumbrado, telefonía o de otro tipo, por lo que no será necesario el desvío de ningún servicio afectado ni su reposición.

4.9 Prueba de Carga

La prueba de carga de recepción de una estructura es un conjunto de operaciones consistentes en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el comportamiento de la estructura se ajusta a las previsiones de proyecto.

Tales pruebas de carga pueden ser estáticas o dinámicas.

La IAP11 (Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera) establece la obligatoriedad de la prueba de carga estática para puentes nuevos. Esta normativa señala asimismo que las pruebas dinámicas serán preceptivas en aquellas estructuras en las que sea necesario verificar que las vibraciones que se puedan producir no afectarán a la funcionalidad de la obra.

Para la realización de las pruebas de carga se seguirán los criterios recogidos en las "Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de cargas en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento de 1999.

El resto de especificaciones y detalles respecto a la prueba de carga quedarán especificados en la memoria justificativa, en el Anejo de Prueba de Carga.

4.10 Proceso Constructivo

El proceso Constructivo, quedará definido detalladamente en el Anejo 9: Proceso Constructivo, pero se puede resumir en las siguientes fases constructivadas:

El procedimiento constructivo que se propone es el siguiente:

FASE 1:

- Replanteo, trabajos previos, demolición de la pasarela actual y acopio de materiales.
- Ejecución de los fosos del ascensor.
- Transporte y acopio de los módulos procedentes de taller. Existe la posibilidad de llevar a cabo esta actividad de un modo continuo en función de las necesidades, la programación prevista en el plan de obra y el avance real de la misma.

FASE 2:

- Ejecución de la cimentación de las zapatas y muros, con su ferralla y hormigonado, quedando en espera las barras corrugadas para el anclaje de los soportes.
- Ejecución de las torres del ascensor
- Colocación de las esperas provisionales

. FASE 3:

- Colocación mediante grúa del vano principal
- Unión mediante soldadura del vano principal
- Retirada de las esperas.

FASE 4:

- Ejecución de las escaleras
- Colocación y ejecución del forjado

FASE 5:

- Colocación de la barandilla y de la cubierta

. FASE 6:

- Colocación de la iluminación

FASE 7:

- Ajardinamiento y pavimentación del área circundante y del entorno afectado por las obras, incluyendo la restitución de aceras y elementos urbanos afectados.
- Ejecución de la reglamentaria prueba de carga, con toma de medidas de flechas de comparación con los valores teóricos.
- Replanteo final de la obra por métodos topográficos.

En cuanto al resto de procedimientos ajeno al proceso de Ejecución de la Obra, quedan definidos y detallados en el Anejo nº9 . Proceso Constructivo.

5. Cálculos Justificativos

En el Anejo Nº 8: Cálculo de la estructura del presente Proyecto y en los Apéndices que lo acompañan se recogen los análisis y cálculos necesarios para justificar, desde el punto de vista técnico la solución adoptada.

Asimismo, en el citado Anejo se incluyen los listados de entradas de datos y los resultados de salida de datos más significativos.

En el proceso de cálculo, además de cálculos manuales se han utilizado los siguientes programas de ordenador:

- CYPECAD: para el cálculo de zapatas, muros y placas de anclaje

La normativa técnica seguida para la realización del dimensionamiento y las comprobaciones es la que se detalla a continuación:

- Instrucción del Acero Estructural EAE.
- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de carretera, IAP - 11.
- Instrucción de hormigón estructural EHE-08.
- Recomendaciones para el proyecto de Puentes Metálicos para carreteras, RPM-95.
- Código técnico de la edificación, Documento Básico, Seguridad Estructural, Acero, CTE DB-SE A: Acero (Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre .BOE 23/10/2007- y corrección de errores –BOE 25/01/2008-)

6. Estudio de Seguridad y Salud

Este estudio se realiza con el fin de establecer las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene, salud y bienestar de los trabajadores.

Además, proporciona unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un “Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo” en los proyectos de edificación y obras públicas.

7. Estudio de Impacto Ambiental

Según el Real Decreto Legislativo 1/2008, 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, sólo es necesario realizar el estudio de impacto ambiental en los siguientes casos:

- Los proyectos, públicos y privados, consistentes en la realización de obras, instalaciones o cualquier otra actividad comprendida en el anexo I de dicha ley.
- Sólo deberán someterse a una evaluación de impacto ambiental en la forma prevista en esta Ley, cuando así lo decida el órgano ambiental en cada caso, los siguientes proyectos:
 - Los proyectos públicos o privados consistentes en la realización de las obras, instalaciones o de cualquier otra actividad comprendida en el anexo II.
 - Los proyectos públicos o privados no incluidos en el anexo I que pueda afectar directa o indirectamente a los espacios de la Red Natura 2000.
 - De afectar a espacios de reserva natural, zonas costeras o zonas industriales.

Este proyecto no pertenece a ninguno de los grupos comprendidos en tales anejos. Sólo es necesario realizar el estudio de impacto ambiental en el caso de afectar a espacios de reserva natural, zonas costeras o zonas industriales por tanto no será necesario realizar dicho estudio. Quedan derogadas todas las disposiciones de igual o inferior rango que se opongan al presente Real Decreto Legislativo.

8. Gestión de residuos

El Estudio de Gestión de Residuos se realiza de acuerdo con las especificaciones del artículo 4 de la Ley 22/2011, de 28 de julio por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Se hace una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos relacionados directamente con la obra y que deberá servir como base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte de la empresa constructora. En dicho Plan se desarrollarán y completarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y de su sistema de ejecución de la obra.

El apartado de prescripciones técnicas define técnicamente las actuaciones necesarias para llevar a cabo dicha obra. Sus especificaciones concretas y sus mediciones detalladas constan en el documento general del Proyecto al que este Estudio complementara la gestión de residuos

9. Afecciones al tráfico

Las afecciones al tráfico de las vías públicas del entorno durante las obras se han estudiado en el Anejo 11 del presente proyecto. La afección más significativa vendrá motivada por la colocación del vano principal de la pasarela, que cruza la vía.

Dado que en el proceso constructivo presentado en el presente proyecto no es obligatorio será el contratista, en última instancia, el encargado de analizar y definir las diferentes afecciones al tráfico provocado por las obras.

10. Expropiaciones e indemnizaciones

Debido al carácter público de los terrenos afectados ya actualmente, según el Anejo 14, se concluye que no es necesario realizar ninguna expropiación, no acarreado por ello ningún gasto de indemnización a ningún sujeto privado. Por ello, no existe coste de expropiaciones e indemnizaciones en el presente Proyecto.

11. Justificación de precios

Para la obtención de los distintos precios que figuran en los Cuadros de Precios números 1 y 2, se ha redactado el Anejo Nº 17: Justificación de Precios. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se obtiene como:

$$P = \left(1 + \frac{K}{100}\right) C_D$$

Siendo:

- P el precio de ejecución material en euros.
- K el porcentaje correspondiente a los costes indirectos.
- CD el coste directo de la unidad en euros.

Para el cálculo de los costes horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa que interviene en los equipos de personal que ejecutan las unidades de obra se ha recurrido al Convenio Colectivo Provincial de Edificación y Obras Públicas de A Coruña 2012-2016.

El estudio de los costes correspondientes a maquinaria se ha realizado a partir de la información contenida en diferentes Bases de Precios de la Construcción actualizadas, de las más extendidas en el sector, como son las de CENTRO, PREOC y banco BEDEC en sus últimas versiones.

12. Revisión de precios

Según Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público., solo será necesario aplicar revisión de precios si la duración de las obras prevista por la Propiedad es superior a un año.

Como se ha justificado en el Anejo N° 19: Plan de Obra, la duración estimada es de 9 meses, por lo que no es necesario realizar revisión de precios. De todos modos por ser un Proyecto de Carácter académico se explicará en el Anejo Correspondiente la fórmula de Revisión.

13. Clasificación del contratista

De acuerdo con lo expuesto en el Anejo N° 18: Clasificación del contratista, así como las tablas indicativas de cada uno de los requisitos exigidos para el mismo

14. Plazos de ejecución y garantía

El plazo de ejecución de las obras que se propone es de 9 meses. Dicho plazo comenzará a contar a partir del día siguiente al de la firma del Acta de Comprobación de Replanteo.

El plazo de ejecución citado tiene únicamente carácter orientativo, y prevalecerá cualquier otro plazo fijado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del propio contrato de obras.

El plazo de ejecución se justifica en base al plan de obra, en tiempo y coste óptimos, que se recoge en el Anejo N° 19: Plan de Obra, con lo que se da cumplimiento al artículo 107 de la Ley de Contratos del Sector Público. Asimismo se propone un plazo de garantía de UN (1) AÑO, contado a partir de la Recepción Provisional de las obras.

15. Presupuesto

El importe del Presupuesto de Ejecución Material obtenido asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad CIENTO NUEVE MIL SETECIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y OCHO CENTIMOS (109794,38€).

Incrementado el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% de Gastos Generales y un 6% de Beneficio Industrial, y aplicando a esta suma un 21% de I.V.A., se obtiene un Presupuesto Base de Licitación con IVA que asciende a la cantidad de CIENTO CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS CON DIECISEIS CENTIMOS (151570,16€).

16. Declaración de obra completa

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 125 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre), se manifiesta expresa y justificadamente que el presente Proyecto se refiere a una obra completa, entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso público, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra.

17. Documentos de que consta el proyecto

ÍNDICE GENERAL:

DOCUMENTO Nº1 : MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

Anejo nº1 : Antecedentes

Anejo nº2 : Cartografía, Topografía y Replanteo

Anejo nº3 : Estudio Geológico

Anejo nº4 : Estudio Geotécnico

Anejo nº5 : Estudio Sísmico

Anejo nº6 : Estudio Climatológico

Anejo nº7 : Estudio de Alternativas

Anejo nº8 : Cálculo Estructural

Anejo nº9 : Proceso Constructivo

Anejo nº10 : Prueba de Carga

Anejo nº11 : Afecciones al tráfico

Anejo nº12 : Acondicionamiento Urbano y Reposición de servicios

Anejo nº13 : Gestión de Residuos

Anejo nº14 : Seguridad y Salud

Anejo nº15 : Expropiaciones

Anejo nº16 : Justificación de Precios

Anejo nº17 : Revisión de Precios

Anejo nº18 : Clasificación del Contratista

Anejo nº19 : Plan de Obra

Anejo nº20 : Presupuesto para conocimiento de la Administración

Anejo nº21 : Impacto Ambiental

DOCUMENTO Nº2 : PLANOS

2.1 Planos de Situación

2.2 Planos de Definición General

2.3 Planos de Replanteo

2.4 Planos de Cimentaciones

2.5 Planos de Definición de la Estructura Metálica

2.6 Planos de Detalles

2.7 Planos de Proceso Constructivo

2.8 Planos de Pruebas de Carga

DOCUMENTO N°3 : PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.1 Disposiciones Preliminares

3.2 Descripción de las Obras

3.3 Condiciones que deben reunir los Materiales

3.4 Condiciones de Ejecución de las Obras

3.5 Medición y Abono de las Obras

3.6 Disposiciones Finales

DOCUMENTO N°4 : PRESUPUESTO

4.1 Mediciones

4.2 Cuadro precios nº 1

4.3 Cuadro precios nº 2

4.4 Presupuesto

4.5 Resumen Presupuesto

18. Conclusión

Entendiendo suficientemente descritas y justificadas las obras que se proponen en este Proyecto y considerando que éste consta de los documentos reglamentarios y se encuentra redactado de acuerdo con las normas vigentes, se somete a la consideración del Tribunal Académico para su aprobación en caso de que se estime conveniente.

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

MEMORIA JUSTIFICATIVA

1. ANEJO DE ESTUDIOS PREVIOS Y ANTECEDENTES

ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES Y ESTUDIO PREVIO
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA
3. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO
 - 3.1 Entorno y Servicios
 - 3.2 Estado Actual y Objeto del Proyecto

1. Antecedentes y Estudio Previo

El objeto del presente estudio previo y análisis de los antecedentes es analizar la situación actual de la zona donde va a ser proyectada la construcción de la pasarela peatonal, así como sus carencias y necesidades, con el fin de presentar posibles soluciones alternativas para la actuación que se va a llevar a cabo, tanto en emplazamiento como en diseño, y corregir así posibles deficiencias.

A lo largo de este estudio se describirán la situación actual y sus necesidades, las condiciones que rodean la obra, la valoración de cada alternativa u la elección y posterior justificación de cada una de las tomas de decisión. Cabe destacar que dentro de los aspectos condicionantes de la pasarela peatonal se ha considerado importante el hecho de que se trate de una de los principales accesos al Ayuntamiento de Oleiros, además de situarse en una posición con vistas privilegiadas a la Playa de Bastiagueiro, lo que le dará un valor añadido al aspecto estético como obra representativa del lugar.

2. Situación Geográfica

Bastiagueiro es una localidad gallega situada en la zona costera del municipio de Oleiros, en la provincia de La Coruña, España. Forma parte de las parroquias de Liáns y Perillo.

La vía sobre la que se realizará esta pasarela se encuentra a escasos metros de la playa de Bastiagueiro, concretamente en el tramo que se encuentra entre la rotonda del “Ché Guevara” y la rotonda donde se encuentra la Facultad de Ciencias del Deporte y la Actividad Física (INEF).



Situación de Galicia en España



Localización Concello de Oleiros

Vista aérea del Ayuntamiento de Oleiros, con detalle de la parroquia costera de Bastiagueiro



Detalle de la zona de actuación (Paso de Peatones de la AC-173)

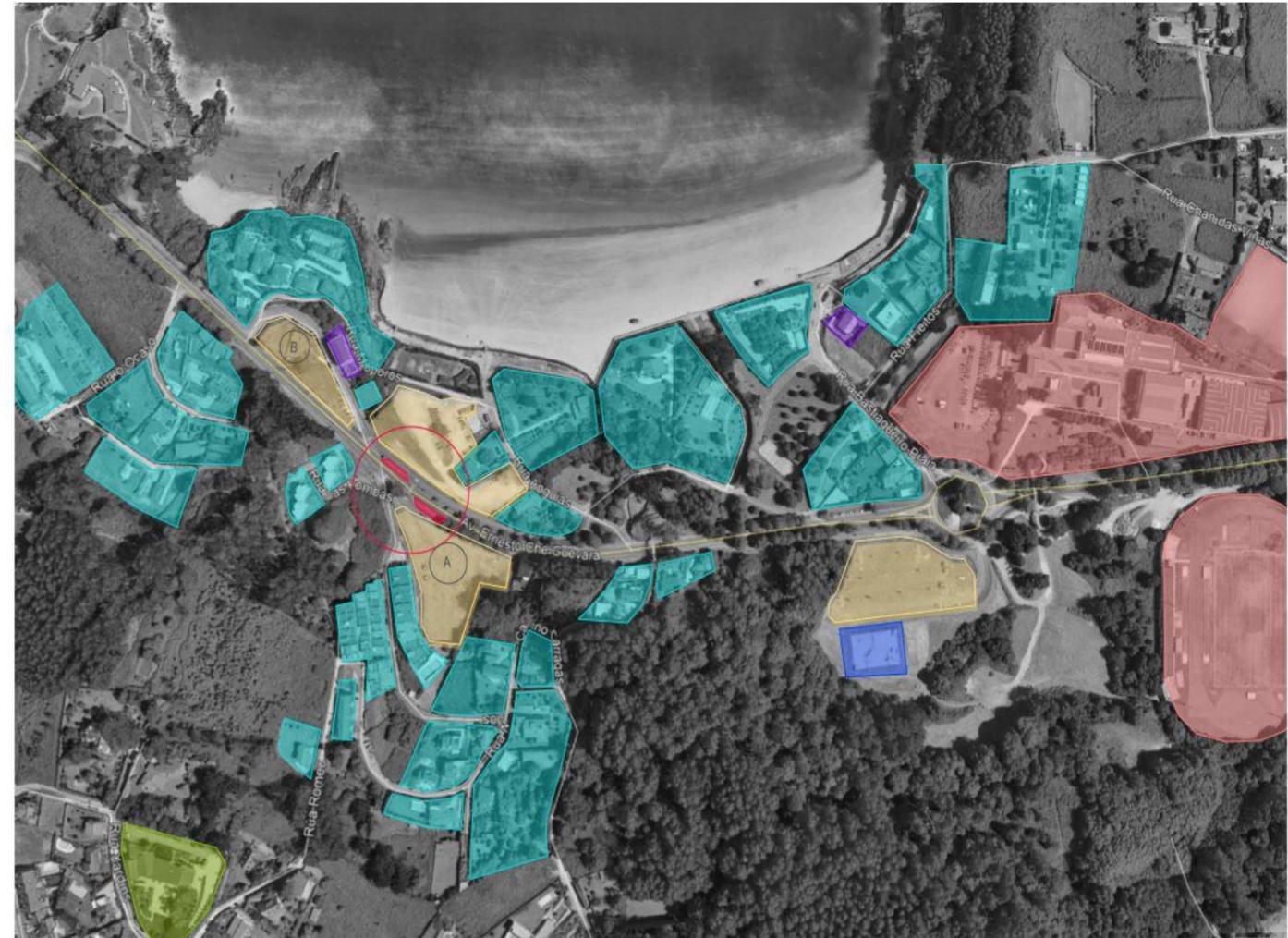
3. Situación Actual

3.1 Entorno y Servicios

El área en concreto en la que está planeada la actuación aglutina una gran variedad de establecimientos y servicios, así como zonas residenciales, educativas, comerciales y recreativas. Entre otros, nos podemos encontrar con los siguientes:

- Aparcamiento principal de la playa de Bastiagueiro
- Nuevos aparcamientos proyectados a ambos lados de la Vía AC-173(En solares adyacentes)
- Escuela de Surf “Prado Surf “
- Restaurante Alcorte
- Skatepark Bastiagueiro (Dirección Bastiagueiro)
- Paseo marítimo y carril bici

- Paradas de bus de líneas de transporte escolar e interurbano que enlazan A Coruña con su área metropolitana (A ambos lados de la vía, justo en donde se realizará la pasarela peatonal)
- Finca Montesqueiro
- Áreas residenciales a ambos lados de la vía a las que solo se puede acceder mediante el paso de cebras que será sustituido por la pasarela peatonal
- INEF
- Colegio Público Valle Inclán
- Escuela de danza de Oleiros



Representación zonal de algunos servicios de la zona, con la zona de actuación dentro de el círculo rojo

Crecimiento de Bastiagueiro y Santa Cruz de Dorneda

Nos encontramos ante un municipio que ha crecido mucho en los últimos años. Y esto se ha producido también en los municipios adyacentes, como en este caso Santa Cruz. La cercanía con la ciudad de La Coruña y la disponibilidad de una gran variedad de viviendas de nueva construcción ha multiplicado sus habitantes.

Pero según se ha podido observar durante la realización de este estudio de alternativas con visitas de campo, este crecimiento poblacional ha venido potenciado por la creación de una gran cantidad de parques, espacios verdes, plazas públicas, paseos y procesos de urbanización en general que ha transformado a estas poblaciones cercanas a La Coruña en lugares muy deseables para vivir.

Los servicios antes enumerados son tan solo unos pocos de los que nos podemos encontrar en este Ayuntamiento que se encuentra en proceso de crecimiento y que cada año supera sus números de empadronamiento.

Se ha incluido esta imagen modificada con algunos de los principales servicios que se pueden encontrar alrededor de nuestra pasarela para permitir apreciar el flujo de personas al que tiene que dar servicio el actual paso de peatones.

3.2 Estado Actual y Objeto del Proyecto



Representación aérea de las vías y paseos presentes en la zona de actuación (En círculo rojo)

Solución Actual

Existe un paso de peatones para permitir el tránsito de personas al otro lado de la vía, que es muy utilizado, y que obliga a corte constante del flujo de vehículos de la AC-173. El inconveniente de este paso a nivel reside en que se trata de la única alternativa posible para realizar este desplazamiento en un radio de aproximadamente 500 m. Esta distancia, a priori, realizada a pie podría parecer insignificante, pero para muchos usuarios del paseo consistiría en una razón suficientemente válida como para no plantearse el cruce mediante otra alternativa.

Y todo eso sin tener en cuenta las personas con movilidad reducida o residentes de las urbanizaciones y viviendas cercanas de mayor edad para los que ese pequeño obstáculo puede convertirse en la razón para no salir a pasear por la playa.

A continuación, se explicarán cada uno de los puntos más significativos del estado actual y la problemática de esta solución, que en su momento aportaría una solución perfectamente funcional al problema del cruce de peatones, pero que se ha visto completamente desbordada tanto por el crecimiento demográfico de la zona, como por el desarrollo comercial y de servicios.

Acceso principal

La pasarela objeto del siguiente proyecto se encuentra situada en la AC-173, comúnmente conocida como la Avenida "Ché Guevara", a la altura del único paso de peatones que permite cruzar de un lado al otro de la vía en un radio de 500 m. Es cierto que se dispone de una pasarela cercana a 150 desde el paso de cebría dirección Oleiros, pero a esta se encuentra elevada y se llega a través de un área residencial de difícil acceso para el peatón.

Actualmente la AC-173 representa una de las principales vías de acceso al Ayuntamiento de Oleiros y tiene una afluencia de vehículos elevada. En horas punta llega a estar completamente colapsada con el tráfico prácticamente detenido. Con un IMD de 25000 vehículos/día (Según datos proporcionados por el departamento de Obras Públicas de Ayto. De Oleiros) es evidente que nos encontramos ante una vía muy concurrida.

Exceso de Velocidad

Cabe destacar que en este tramo la velocidad está limitada a 50 km/h pero es habitual que no se cumpla este límite por parte de los vehículos suponiendo esto un riesgo para el peatón que decide utilizar este paso de cebría.

Mala Visibilidad

El lugar concreto en el que está actualmente el paso de peatones (que será objeto de sustitución por parte de la pasarela proyectada) se encuentra al final de una recta en pendiente descendente en ambos sentidos, en curva, y con filas de árboles que flanquean la vía por ambos costados. Esto presenta para los vehículos que habitualmente circulan a grandes velocidades una importante dificultad para realizar la frenada en caso de que exista un peatón cruzando la vía.

Peligrosidad

No es de extrañar que con esta clase de condicionantes se trate de un punto negro para viandantes, con 18 accidentes a lo largo de 2019 (Según datos oficiales proporcionados por el departamento de Obras Públicas del Ayuntamiento de Oleiros). La necesidad de una solución viable y accesible para todos es inexistente en la actualidad en la zona de actuación, por eso se ha estimado oportuno la instalación de un paso peatonal a diferente nivel.

2. CARTOGRAFÍA, TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. CARTOGRAFÍA
3. TOPOGRAFÍA
4. REPLANTEO
 - 4.1 Bases de Replanteo

2. Objeto

El objeto del presente anejo es la descripción de la cartografía empleada para el desarrollo del proyecto de la pasarela peatonal en la situación del actual paso de cebra de la AC-173 (Entre las rotondas del Ché Guevara e INEF) así como los trabajos que se efectuarán sobre ella y los principales rasgos de la topografía que representa.

Teniendo en cuenta la naturaleza académica del proyecto, no se han realizado estudios topográficos ni de campo que verifiquen el correcto estado de la cartografía, aunque si se ha visitado en varias ocasiones el lugar donde será ubicada la futura pasarela para comprobar que los planos obtenidos se ajustan a la realidad física de la zona.

2. Cartografía

La cartografía básica empleada en la redacción de este proyecto ha sido obtenida a partir de:

- Cartografía analítica de La Coruña para referencia., editada por el ayuntamiento de A Coruña, escala 1/500. Hoja 49-98. Con curvas de nivel cada metro.
- Cartografía digital 1:1000 proporcionada por la Escuela de Caminos, Canales y Puertos

A partir de este documento se ha obtenido la cartografía actual de la zona de estudio ayudándonos de fotografías y visitas a la zona.

El carácter académico del proyecto nos impide realizar el levantamiento topográfico necesario en caso de tratarse de un proyecto real. El sistema de coordenadas utilizado es el de coordenadas UTM.

3. Topografía

En este apartado se comprueba que la cartografía obtenida se ajusta adecuadamente a la situación topográfica real de la zona en estudio.

Debido a la imposibilidad de realizar trabajos topográficos más precisos que lo certifiquen, se realizan visitas de campo y contrasta con fotografías aéreas recientes.

La topografía podría definirse como suelo llano (pendiente media inferior al 2%) sin irregularidades destacables en la dirección del eje de la carretera; y suelo con desniveles importantes fuera del rango de influencia del proceso constructivo (A ambos lados de la vía).

Es posible identificar dos zonas claramente diferenciadas Podemos distinguir las siguientes zonas:

- El margen Norte de la vía, en el cuál se encuentra un desnivel de 20m, en donde se ubica actualmente uno de los aparcamientos de la playa de Bastiagueiro.
- El margen sur donde hay un descampado donde se emplazará el futuro aparcamiento del Ayuntamiento de Oleiros que dará servicio a la playa en época estival, para el cuál la pasarela será de vital necesidad.

4. Replanteo

El objetivo de este estudio de replanteo es señalar y justificar la ubicación de las bases de replanteo elegidas, de forma que sirvan para situar la traza de la estructura durante la fase constructiva y comprobar que se alcanza la geometría final de la pasarela indicada en los planos.

Debido al carácter académico de este Proyecto Fin de Carrera no se ha podido encargar un trabajo topográfico sobre el terreno para fijar las bases de replanteo. Por tanto, fueron tomadas directamente de la cartografía. Para hacer esta simplificación se supondrá que las coordenadas obtenidas en la cartografía son exactas, a fin de realizar el replanteo de este proyecto.

4.1 Bases de replanteo

Según la documentación consultada, los criterios que se deben seguir para seleccionar estas bases son los siguientes:

- Deben ser visibles entre sí.
- Los ángulos que formen deben ser mayores de 30.
- Deben ser fácilmente accesibles, para que se puedan establecer en ellas estaciones topográficas.
- Por último, la distancia entre vértices adyacentes ha de ser inferior a 400m.

Se plantea el emplazamiento de tres bases que permita la correcta ejecución de las operaciones de replanteo de los distintos elementos de la pasarela. El número de bases de replanteo consideradas es tres. Su situación en planta puede consultarse en el correspondiente plano del Documento nº2: Planos.

| LISTADO DE PUNTOS | | | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| BASES | Coord. " X " | Coord. " Y " | Coord. " Z " |
| 1 | 551612,121 | 4798905,34 | 15,1 |
| 2 | 551636,516 | 4798902,42 | 15,02 |

Replanteo de la pasarela

El tablero de la pasarela se ha definido mediante los puntos situados en la intersección de los ejes de las vigas longitudinales y los ejes de las vigas. Para definir las cimentaciones se dan las coordenadas U.T.M de las cuatro esquinas de las zapatas. Se pueden consultar los detalles en el Documento nº2: Planos.

| LISTADO DE PUNTOS | | | |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| PUNTOS | Coord. " X " | Coord. " Y " | Coord. " Z " |
| 1 | 551621,66 | 4798898,03 | 15,11 |
| 2 | 551619,569 | 4798899,4 | 15,12 |
| 3 | 551620,94 | 4798901,49 | 15,11 |
| 4 | 551623,031 | 4798900,12 | 15,11 |
| 5 | 551625,328 | 4798908,18 | 15,08 |
| 6 | 551627,418 | 4798906,81 | 15,08 |
| 7 | 551626,699 | 4798910,27 | 15,03 |
| 8 | 551628,79 | 4798907,9 | 15,02 |

ANEJO 3. ANEJO DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS

ÍNDICE :

1. INTRODUCCIÓN
2. ESTATIGRAFÍA
 - 2.1 Serie de Órdenes
 - 2.2 Cuaternario
3. PETROLOGÍA
 - 3.1 Metamorfismo
 - 3.2 Rocas Plutónicas
4. TECTÓNICA
 - 4.1 Primera Fase de Deformación Hercínica
 - 4.2 Segunda Fase de Deformación Hercínica
 - 4.3 Tercera Fase de Deformación Hercínica
 - 4.4
5. HISTORIA GEOLÓGICA
6. HISTORIA ECONÓMICA
7. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE PROYECTO

1. Introducción

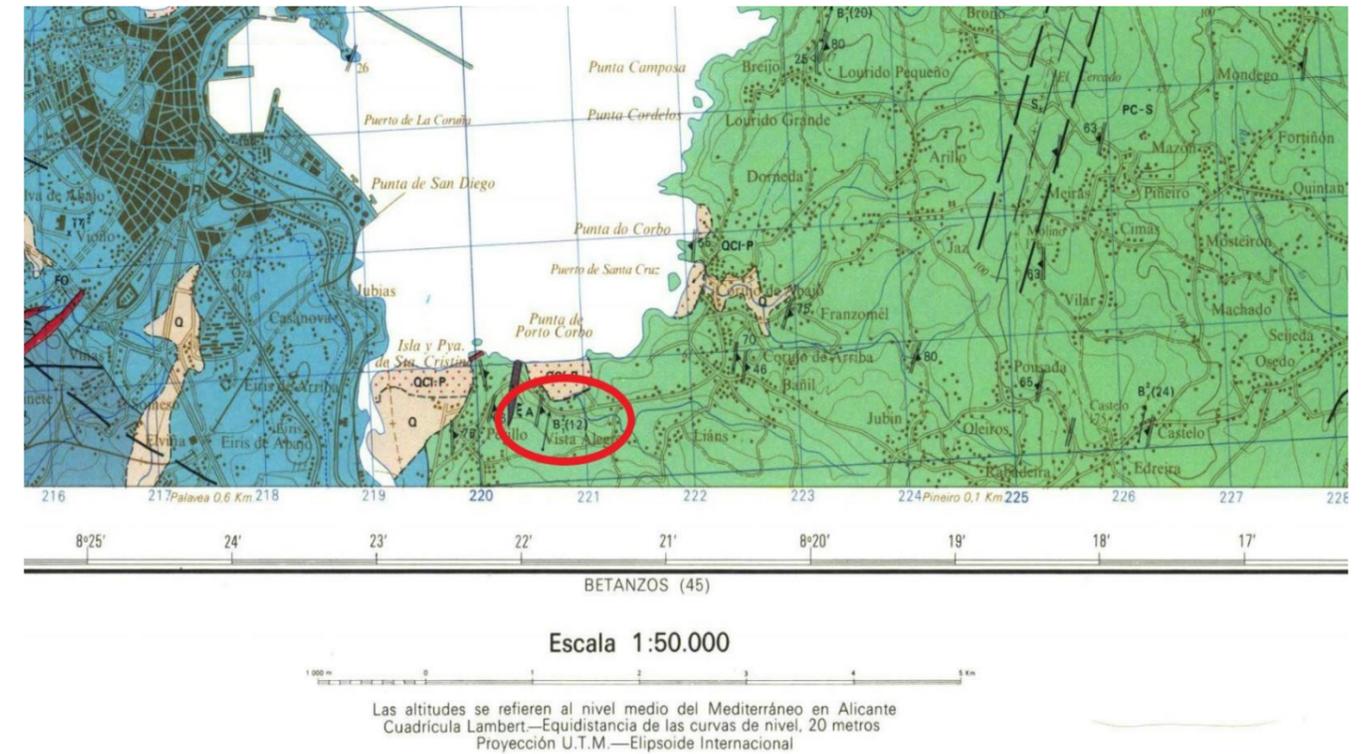
El objetivo de este documento es determinar las características geológicas de la parcela en la que se desarrollará nuestro proyecto constructivo, teniendo en cuenta todos aquellos aspectos que puedan influir en el desarrollo, la construcción y la vida útil de nuestra pasarela. El estudio no sólo abarcará la ubicación exacta del proyecto, sino que analizará el entorno y una zona más amplia de los alrededores con el fin de tener una perspectiva general de las posibles discontinuidades e imperfecciones del área de trabajo.

En particular se han estudiado las características relativas a la litología mediante un recorrido detallado de campo para reconocer y observar la disposición de los diferentes materiales que permiten identificar los distintos tipos de suelos y rocas existentes, su ubicación en el terreno (espesor y extensión), los aspectos morfológicos y la presencia y régimen de agua en el subsuelo.

A partir de la recopilación y análisis de la información existente (antecedentes bibliográficos y cartográficos), se hace una descripción detallada de las litologías encontradas, las características tectónicas, hidrogeológicas y geomorfológicas de la zona afectada por el proyecto. También se hace una estimación de los posibles riesgos geológicos que pueden afectar a la obra.

Teniendo en cuenta la clasificación de zonas paleogeográficas de P.Matte, la zona en la que se ubicará nuestro proyecto constructivo (Bastiagueiro, Ayuntamiento de Oleiros) pertenece a la Zona IV (Galicia-Tras Os Montes), que engloba toda la parte Oeste de la Provincia de La Coruña. Esta zona se encuentra encuadrada en el dominio oeste caracterizado por la presencia de rocas sedimentarias y rocas básicas, ambas metamorfizadas.

Los datos han sido extraídos del “Mapa Geológico de España”, publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), a escala 1:50000, de la hoja N° 21-La Coruña



Mapa Geológico de España, Hoja N°21-La Coruña

A primera vista lo primero que se puede observar dentro de la hoja son dos zonas litológicamente bien diferenciadas:

- Una zona Superior (Al norte de nuestro proyecto), formada exclusivamente por granitos de diferentes etapas de orogénesis Hercínica y justo por encima las playas de arena del cordón litoral (Aunque suficientemente separadas de nuestra zona de actuación)
- Una zona Inferior, formada por rocas metamórficas de sedimentación antepaleozoica, de metamorfismo Hercínico.
-

Como puede observarse en el mapa, la parcela en la que se ubicará nuestra pasarela peatonal se encuentra situada en la zona formada por rocas metamórficas.

2. Estratigrafía

Los materiales a describir en este apartado son los pertenecientes a la Serie de Órdenes y al Cuaternario. Regionalmente la Serie de Órdenes limita al Este por contacto tectónico con el dominio Ollo de Sapo y al Oeste y al Sur con un complejo de rocas básicas (Eclogitas y anfibolitas) y nelses ojosos prehercínicos.

Se considerará que data del precámbrico la Edad de la Serie de Órdenes. Esta presunción se basa en la presencia de metales pesados, anfibolitas y feldespatos, ya que se consideran posteriores al Precámbrico Inferior, además de la presencia de ampelitas y cuarcitas (Similares a las presentes en el sur del territorio nacional) que permiten datar el área alrededor del Precámbrico Superior. Aunque siendo extremadamente rigurosos en cuanto a la datación, no deberíamos descartar la posibilidad de que sean del Paleozoico Inferior

2.1 Serie de Órdenes

Ordenada de Muro a techo, presenta los siguientes materiales:

Anfibolitas

Se presentan básicamente en dos formas, bien en forma de lentejones o bien de filones. En el primer caso se trata de lentejas discontinuas de 5 a 10 centímetros de potencia. Son compactas, de grado fino, contienen una gran proporción de cuarzo y su color es verde grisáceo. Proceden de sedimentos ligeramente calcomagnesianos afectados por el metamorfismo.

En el segundo caso, se trata de filones concordantes o discordantes con las estructuras. Se trata de anfibolitas compactas, de color verde oscuro y esquistosadas. Se pueden subdividir en metagabros, metadioritas y ortoanfibolitas. Estas anfibolitas filonianas proceden de la metamorfización de rocas ígneas

Cuarcitas negras grafitosas y piritosas

Sólo afloran al Este de la zona. Se trata de una banda cuya potencia oscila entre los 0.6 y los 10 metros. Aunque no presentan ningún tipo de estratificación, si es posible detectar en ellas signos de esquistosidad. Su composición se basa en cuarzo heterogranular de grano medio a fino, opacos y, accesorariamente, moscovita. Se presenta con diferentes facies

Metapsamitas, mapelitas y conglomerados

Se trata de la capa más próxima a la superficie y de la de mayor espesor dentro de la Serie de Órdenes, por lo que es la de mayor importancia. Se presenta por encima de las cuarcitas que hemos definido en el punto anterior. En primer lugar, se trata de un estrato de metapsamitas y metapelitas (de grano mediofino y color grisáceo).

Esta formación se repite periódicamente, siempre con espesores inferiores a un metro. En el techo se presentan huellas de carga que han sido deformadas por acciones tectónicas. Es frecuente que los estratos se presenten en forma de gradas.

Por encima de esta primera formación se encuentra un tramo de con una potencia de aproximadamente 300 metros formado casi exclusivamente por metapelitas.

Por último, encima de estas metapelitas se encuentra el tramo superior de la serie de Órdenes. Este tramo presenta una potencia de más de un kilómetro y está formado por metapsamitas y metapelitas de tonos grises y biotitas orientadas de granulometría fina. Además, en este tramo aparecen las zonas de conglomerado, cuya composición es la siguiente:

- Metapsamitas, Cuarzo, plagioclasa, biotita, moscovita, granate y clorita.
- Metapelitas, macaesquistos y filitas.
- Conglomerados; metagrauvas, leucogranitos gráficos, cuarzo, plagioclasa y fragmentos de roca.

Como conclusiones podemos decir que la serie es eminentemente detrítica y de gran potencia, con granulometrías de grado medio y fino caracterizadas por varios tipos de estructuras de carga. La composición es de tipo grauvasa-subgrauvasa y pelítica, en la que los cuarzos son angulosos y las plagioclasas no están alteradas.

Presenta ritmicidad con "graded-bedding" muy desarrollado. Esta ritmicidad es simétrica, pues los espesores se mantienen constantes y esto indicaría que la velocidad de sedimentación en cada ritmo es idéntica. Las corrientes que les dan origen son por tracción y suspensión rítmica, que en unas épocas erosionan y en otras sedimentan. No se observa estratificación cruzada. Por último, destacar que toda la serie está metamorfizada.

2.2 Cuaternario

La presencia de materiales correspondientes a este período es bastante escasa en esta zona de la península Ibérica. Si que aparecen pequeños depósitos en todas las zonas de la Hoja 21 cercanas a las playas y a los ríos. Ya que nuestra zona de actuación se encuentra en un vial relativamente cercano a la playa, podemos observar como aparecen a lo largo de toda la costa los depósitos arenosos-limosos característicos de las mismas.

Los mantos detríticos son, o bien cantos gruesos de aristas retocadas o bien coluviones de cantos con algunos lentejones de arenas y arcillas sin desgaste. Existen terrazas, de unos 60 metros, atribuibles al período interglacial Gunz Mindel.

Las costas de la zona la forman acantilados de hasta 20 -30 metros y playas de arenas claras y finas. En ellas se pueden encontrar también dunas fijadas por la vegetación.

3. Petrología

3.1. Metamorfismo

En toda la zona existe metamorfismo regional de facies de esquistos verdes. Este metamorfismo afecta al terreno de modo simétrico (como en un sinclinal), aumentando su intensidad hacia los extremos.

La clorita es concordante con la esquistosidad. De forma relacionada con esta clorita se desarrolla la moscovita. La biotita tiene dos etapas, en la primera de ellas se presenta como blastos de tamaño medio, mientras que en la segunda los blastos son más pequeños y son concordantes con la esquistosidad.

El granate es de tamaño reducido y aspecto esponjoso. Por último, la andalucita es muy escasa.

En general las rocas metamórficas de la zona presentan metamorfismo de grado bajo, con poca variación de minerales. Esto hace que sea difícil precisar sus características (presión, temperatura,). A pesar de esto, la presencia de granates en facies de bajo grado nos puede indicar que el metamorfismo se ha producido bajo unas condiciones de presión intermedia y de temperaturas moderadas.

3.2. Rocas Plutónicas

Rocas graníticas

Ocupan principalmente la parte Oeste de la zona, limitando por el Este con la serie de Órdenes. En el extremo Oeste pasa a tener origen tectónico, con presencia de materiales esquistosos. Se presenta en forma de una franja en dirección Noreste -Sudoeste, esta franja presenta anchuras de hasta 8 kilómetros en la zona de A Coruña, perdiendo espesor al avanzar hacia el Norte (6 kilómetros en Ferrol).

Esta formación forma los relieves más abruptos de la zona, formados por valles profundos y rectos, surgidos a partir de fallas de desplazamiento horizontal.

Las rocas graníticas de la zona se clasifican en función de su edad y grado de deformación en: ortoneises, granodiorita precoz, leucogranitos y granodiorita tardía.

Rocas filonianas postectónicas

En la zona de estudio se presenta una serie de filones posteriores a la orogenia hercínica. Estos filones cortan perpendicularmente a las estructuras geológicas más antiguas. Se puede garantizar su origen reciente si no presentan deformación.

Existen dos tipos de filones, los ácidos y los básicos, pero sólo los primeros se hallan en la zona. □ Diques ácidos, cuarzo y pórfidos graníticos.

Los filones de cuarzo son poco importantes, tanto en número como en tamaño. Los pórfidos graníticos sí que son abundantes en la zona del proyecto. Se orientan en dirección Noreste-Sudoeste y presentan una potencia variable entre 1 y 15 metros. Su textura es porfídica, con presencia de cristales de cuarzo, feldespato potásico y plagioclasas.

Diques básicos

Diabasas o dolerita. Las muestras existentes presentan poca potencia y son muy escasas. Son rocas de grano fino y textura diabásica, a veces algo porfídica. Presentan cristales de feldespato de tamaño entre 2 y 3 milímetros. La presencia de plagioclasa se da principalmente en forma de prismas longitudinales, con los huecos rellenos de piroxenos y granos de olivino. A veces también aparecen cuarzo y opacos. Como ya hemos dicho su presencia en la zona de proyecto es nula.

Rocas filonianas concordantes con la foliación

Son diques de cuarzo que presentan un grado de fracturación muy elevado, lo que indica un origen anterior al proceso de metamorfismo de las rocas esquistosas en las que se produjo la intrusión. Su potencia no pasa de unos cuantos centímetros y se disponen en direcciones paralelas a las de foliación de las rocas esquistosas.

4. Tectónica

La orogenia que ha afectado a la zona ha sido la hercínica. Durante esa fase la zona se vio afectada por diversos episodios tectónicos. Básicamente se trata de tres fases de deformaciones hercínicas seguidas de una fase de deformaciones póstumas.

4.1. Primera Fase de Deformación Hercínica

En esta fase, el hecho más destacado fue la formación de un gran pliegue tumbado que sigue aproximadamente la alineación Norte-Sur.

Tiene unos cinco kilómetros de flanco invertido y presenta un ligero buzamiento axial. Este pliegue presenta, además, una esquistosidad de flujo de tipo epizonal. Por otra parte, casi no observan pliegues de escala métrica.

4.2. Segunda Fase de Deformación Hercínica

Los fenómenos tectónicos de esta segunda fase son los causantes de los diversos pliegues cilíndricos que presenta la zona. Estos pliegues, al igual que los de la primera fase, también tienen una dirección Norte-Sur. El buzamiento de su eje es hacia el Norte y de entre 10 y 30 grados, por lo que es más acusado que el pliegue formado en la primera fase. Las dimensiones de estos pliegues presentan órdenes de magnitud que varían entre decenas de metros y un kilómetro.

Como esta fase es posterior a la anterior, las estructuras formadas en aquélla se ven replegadas por ésta. La intensidad de este repliegue depende de las temperaturas que se llegaron a alcanzar en cada lugar.

4.3. Tercera Fase de Deformación Hercínica

Después de la segunda fase sólo se pueden observar pequeños pliegues de tamaños en torno al decímetro. Estos pliegues sólo aparecen localmente y presentan planos axiales subhorizontales o con buzamiento de unos 20 grados.

4.4. Deformaciones Póstumas-Hercínicas

Son llamadas así las deformaciones que se produjeron cuando la orogenia hercínica ya tocaba a su fin. Destaca una compresión que creó fallas de desgarre dextrógiras, en las direcciones Este-Oeste y ESE-ONO. Estas fallas provocan desplazamientos de entre cien metros y un kilómetro.

5. Historia Geológica

Los materiales sedimentarios que afloran son los de la Serie de Órdenes, de facies flysch, erosionados y depositados en zonas no muy lejanas del área madre probablemente durante los movimientos epirogénicos de edad Cadomiense tardía que elevarían algunas zonas de geosinclinal y que implicarían un gran aporte de detríticos y una sedimentación rápida. Poco después tendría lugar la intrusión granítica en forma de silla al Oeste.

5.1. Primera Fase del Plegamiento hercínico

Afecta a la región de forma considerable y se manifiesta en la Serie de Órdenes por un gran pliegue tumbado con vergencia al Este. Comienza la etapa metamórfica de bajo grado (epizona), con desarrollo de clorita que continúa en la interfase con desarrollo de grandes biotitas y granates. La intensidad del metamorfismo parece decrecer entonces y la fase 2 da lugar a biotitas mucho menos desarrolladas. Previo a la segunda fase y hasta sus postimetrías se emplaza un granito leucocrático (leucogranito) afectado por la segunda fase en algunas zonas y en otras poco o nada deformado.

5.2. Segunda Fase de Deformación Hercínica

Muy desarrollada, de pliegues subsoclinales subverticales con ligera vergencia al Este que repliegan las estructuras de la fase anterior. Se desarrolla una esquistosidad neta. Finaliza esta fase con la intrusión de granodioritas tardías en Ferrol y en A Coruña, con cierta deformación en los bordes.

5.3. Tercera Fase de Deformación Hercínica

Se manifiesta con pliegues decimétricos de plano axial subhorizontales. Hay también deformaciones póstumas que desarrollan “déchirements” dextrógiros.

6. Geología Económica

Desde el punto de vista económico del aprovechamiento minero, la región estudiada es pobre en recursos. Sólo tiene interés la explotación de grandes canteras en las granodioritas, en las que la extracción se ve favorecida por la tectonización que presentan. Sus usos suelen ser relacionados con la construcción, firmes de carretera, etc.

7. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE PROYECTO.

Para terminar, se enumeran a continuación las condiciones geológicas en las proximidades de la obra:

La región pertenece a la Serie de Órdenes (PC-S), detrítica de gran potencia y con granulometría de tamaño fino. La composición es de tipo gravauca, subgravauca y perlítica, con cuarzós angulosos. Presenta ritmicidad con “gradedbedding” muy desarrollado.

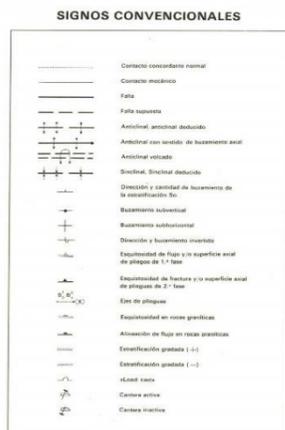
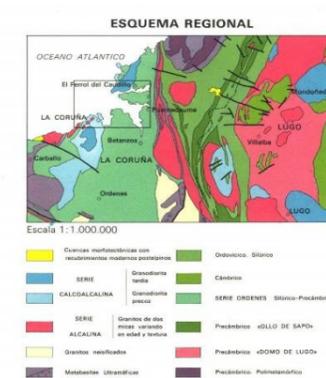
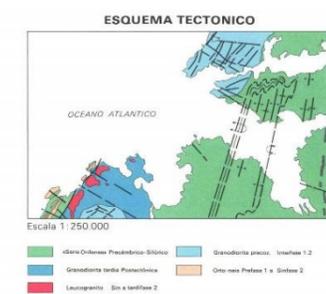
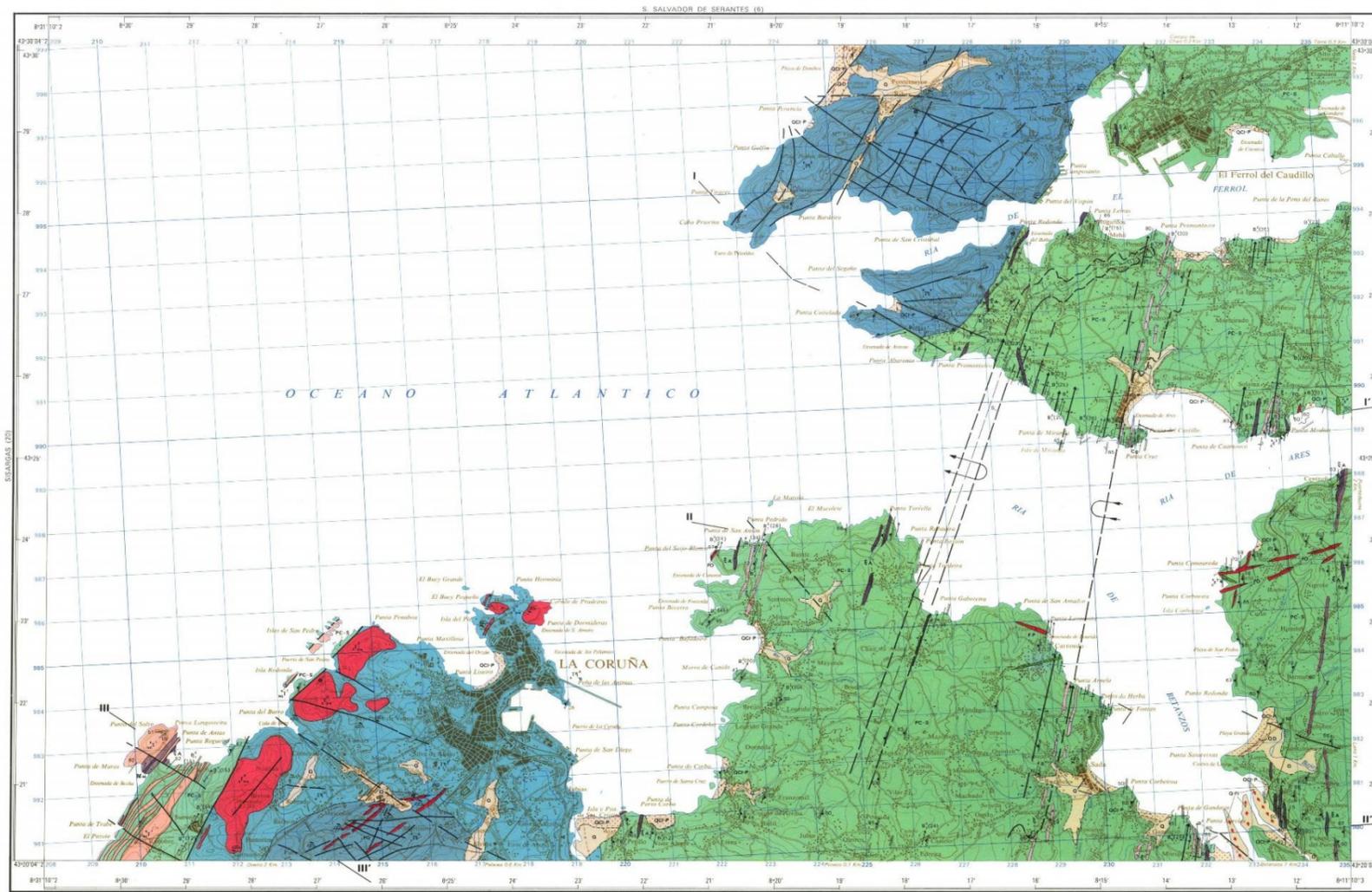
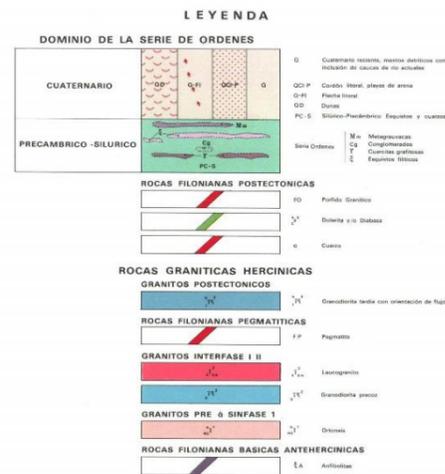
Cercanía de una formación cuaternaria QCI-P (cordón litoral-playas) en el entorno relativamente cercano de las Playas de Mera, constituida por depósitos arenoso-limosos y de una formación del cuaternario reciente compuesta por mantos detríticos con inclusión de cauces actuales.

APENDICE 3.1 : PLANOS GEOLÓGICOS

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

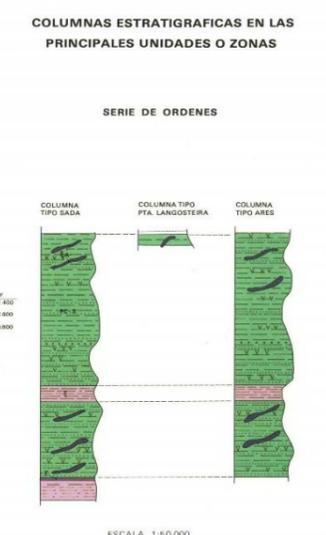
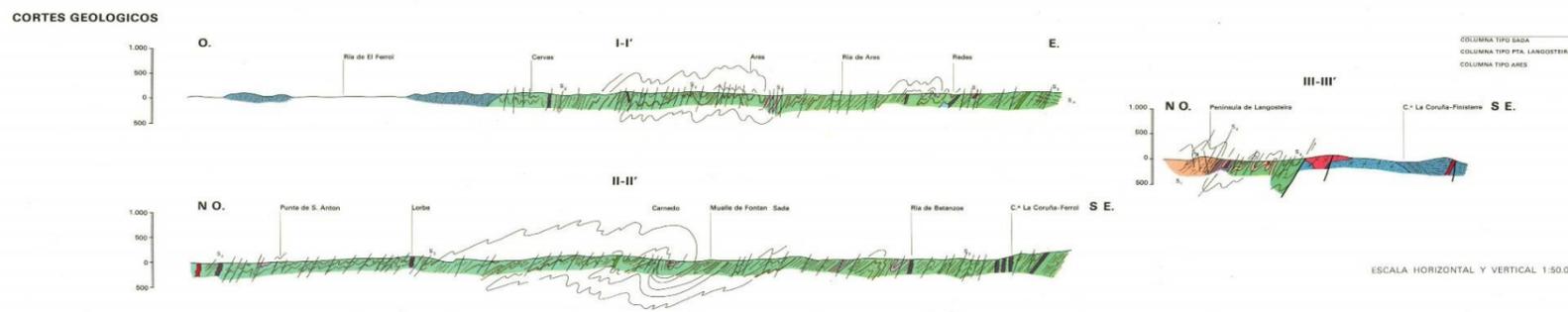
LA CORUÑA 21
5-4



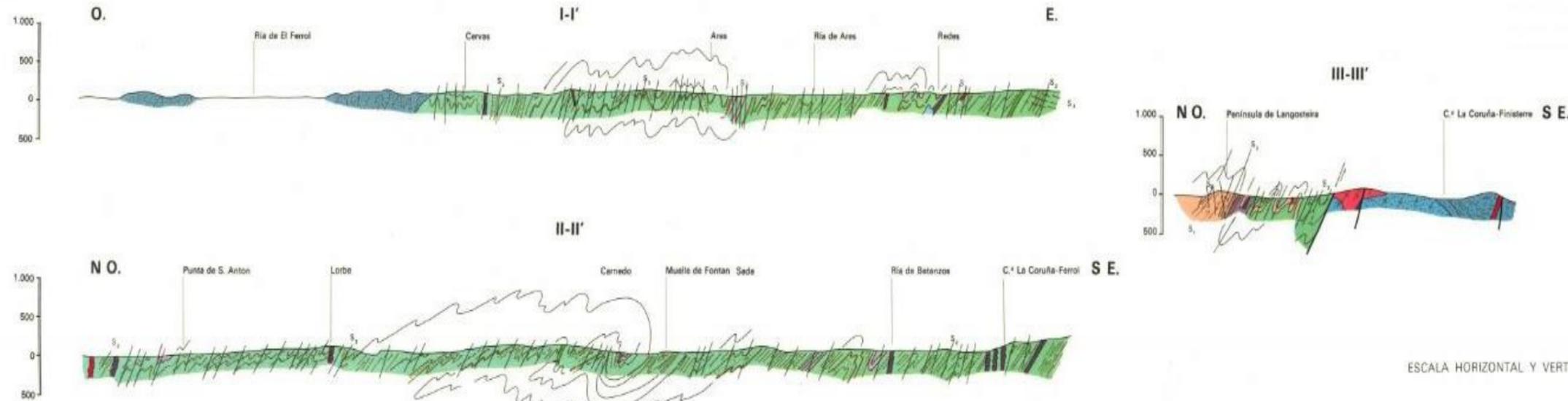
SP EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES-MINISTERIO DE INDUSTRIA
C.S.G.: 1972
Base topográfica, dibujo y reproducción: Instituto Geográfico y Catastral - Daplasto legal: M. 9.336-1973

Normas, dirección y supervisión del IGME
DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME
Victorio Montesain López
Felipe Fernández Pompa
Madrid 1973

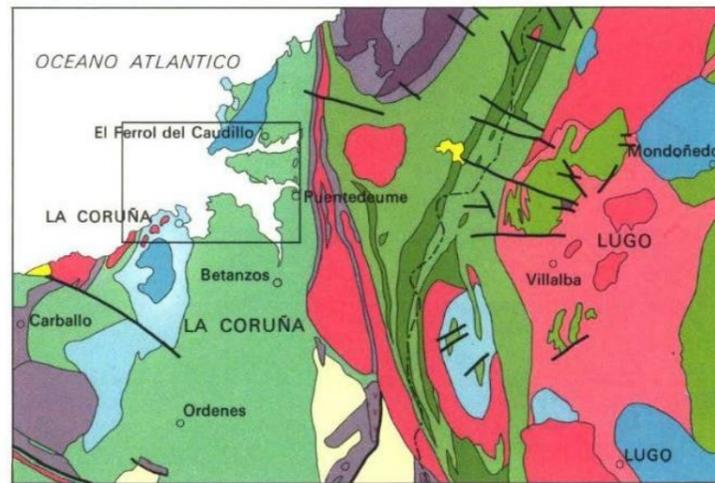
Los altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Cuadrícula Lambert-Equidistancia de las curvas de nivel: 20 metros
Proyección U.T.M.-Esguipo Internacional



CORTES GEOLOGICOS

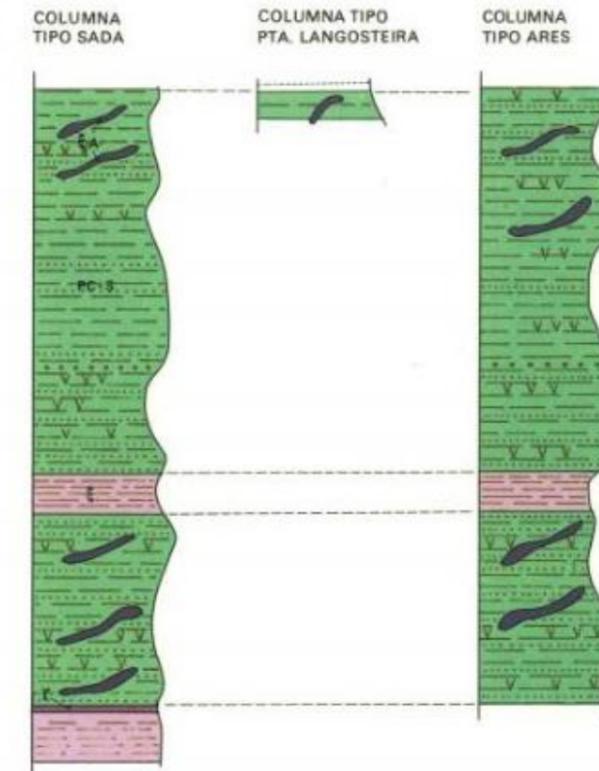


ESQUEMA REGIONAL



COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS

| | X | Y |
|-------------------------------|---------|---------|
| COLUMNA TIPO SADA | 229.500 | 981.400 |
| COLUMNA TIPO PTA. LANGOSTEIRA | 211.500 | 982.600 |
| COLUMNA TIPO ARES | 231.000 | 989.800 |



SERIE DE ORDENES

ESCALA 1:50.000

ANEJO 4. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETO DE ESTUDIO
3. TIPO DE ESTUDIO
4. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS GENERALES
5. ESTUDIOS DE CAMPO
 - 5.1 Calicatas
 - 5.2 Sondeos
 - 5.3 Ensayos SPT "In Situ"
6. ENSAYOS DE LABORATORIO
7. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE MATERIALES
8. TENSIÓN ADMISIBLE Y CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
9. CONCLUSIONES

1. Introducción

El objeto de este documento es definir las características geotécnicas de la zona de proyecto para poder elegir el tipo de cimentación que mejor se ajuste al terreno existente.

En la realización de un estudio geotécnico real sería necesaria la toma de muestras en el lugar de emplazamiento de la estructura, así como la realización de ensayos geotécnicos del sustrato que se está estudiando

Una vez dicho esto, se ha de tener en cuenta que la redacción de este PFG (Proyecto de Fin de Grado) tiene un carácter académico. Debido a esto no ha sido posible realizar una campaña de sondeos in situ ni ensayos de laboratorio reales. Así, los diferentes ensayos de campo y de laboratorio necesarios para la redacción del presente anejo son totalmente ficticios pero compatibles con la naturaleza real y las características del terreno.

Se han estudiado las características geológicas de la zona a través de los datos aportados por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Al final de este anejo se puede consultar el mapa geotécnico general editado por el Instituto Geológico y Minero de España.

2. Objeto de Estudio

El estudio geotécnico es aquel que comprende toda aquella información detallada y cuantificada respecto a las características del terreno, en función del tipo de estructura que tengamos previsto diseñar, así como el entorno en el que se encuentra. Esta información será necesaria para la realización del análisis y dimensionado de los cimientos de cualquier proyecto.

Para que la cimentación de la pasarela peatonal tenga un diseño lo más funcional y económico posible se realiza este estudio teniendo en cuenta la naturaleza del terreno. El objetivo siempre será la obtención de una pasarela estructuralmente segura y funcionalmente cómoda, en la que las deformaciones y asentamientos previstos sean compatibles con el uso y estabilidad de esta.

El CTE (Código Técnico de Edificación) establece una serie de objetivos que deben satisfacerse con la exploración del terreno:

- Obtención del nivel freático.
- Predicción del empuje lateral del terreno en muros de contención
- Obtención de los asentamientos que se producirán en la estructura
- Evaluación de la capacidad de carga de cimentación
- Determinación de la excavabilidad del terreno
- Diseño de tipología y profundidad de cimentación teniendo en cuenta todos los factores

AARÓN RAMA MACEIRAS

3

3. Tipo de Estudio

El Código Técnico de la Edificación establece una clasificación de la construcción según el número de plantas y superficie construida y del terreno atendiendo a composición.

En este caso la pasarela peatonal es una construcción de tipo C-1 de menos de 4 plantas y superficie inferior a 300 m². Por su parte el terreno se clasifica dentro del grupo T-1 por tratarse de suelos favorables con poca variabilidad.

Para este tipo de proyecto se realizará un estudio geotécnico para construcción que tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación de la estructura.

Teniendo en cuenta el tipo de construcción a proyectar (pasarela peatonal) y la experiencia local positiva, se puede clasificar el estudio necesario para el presente proyecto como un estudio geotécnico para construcción de nivel reducido.

4. Localización y Características Geológicas Generales

La zona de estudio se localiza en el suroeste de la Hoja 1 correspondiente a La Coruña del Mapa Geotécnico General a escala 1/200.000 (plano GT - 01).

La parcela se sitúa en el área de estudio I2 de condiciones constructivas aceptables. Está formada por una mezcla de materiales fácilmente foliados, muy lajosos y poco resistentes a la erosión, entre los que destacan las micacitas, los esquistos y los micaesquistos. Sobre el terreno se dan colores marrones y pardo rojizos presentando una morfología de formas suaves, recubiertas por depósitos limosos y arcillosos procedentes de su alteración.

Sus características geotécnicas se consideran como favorables, pues su capacidad portante es elevada y la posibilidad de aparición de fenómenos de asentamiento, siempre y cuando no se esté sobre zonas alteradas, nula.

En cuanto a sus características hidrológicas, sus materiales se consideran, en general, impermeables, si bien con una ligera permeabilidad ligada a su lajosidad y su grado de tectonización lo que facilita la creación de una red de escorrentía marcada y unas condiciones de drenaje favorables.

En las zonas verdes de la parcela no se considera necesaria la realización de estudios específicos, pudiéndose darse por válidos para las mismas los que se realicen en la zona donde se ubicarán las instalaciones.

5. TRABAJOS DE CAMPO

Según el Código Técnico de la Edificación: Seguridad Estructural. Cimientos, la densidad y profundidad de reconocimientos debe permitir una cobertura correcta de la zona a edificar. Como ya se ha visto, la construcción del polideportivo queda englobada dentro del grupo C-1 y el terreno dentro del grupo T-1.

Con carácter general el número mínimo de puntos a reconocer será de tres. Además, en base la clasificación anterior, la distancia máxima entre puntos de reconocimiento será de 35 metros y la profundidad orientativa de los mismos será de 6 metros bajo el nivel final de la excavación.

Teniendo todo esto en cuenta, con objeto de completar la caracterización geotécnica de los materiales presentes en la zona de ubicación de la obra se realizará una serie de sondeos, calicatas mecánicas y ensayos de penetración estándar (SPT).

5.1 CALICATAS

Las calicatas son excavaciones que permiten una observación directa del terreno, además de poder extraer muestras para la realización de ensayos in situ. Se puede recoger información sobre el comportamiento de los materiales y ver si se intercepta el nivel freático o pequeñas bolsas de agua.

Por lo tanto, el objetivo es llevar a cabo un reconocimiento de los distintos materiales que conforman los estratos superficiales del terreno, así como determinar la profundidad a la que se encuentra el nivel freático.

Durante la excavación se han podido extraer muestras de los materiales que forman el sustrato de la zona de estudio y posteriormente se han llevado a cabo ensayos en laboratorio para su caracterización. Cabe mencionar que en ninguna de las catas se ha detectado la aparición de agua. En el plano adjunto del Apéndice 4.3 puede verse la ubicación de las tres catas mecánicas realizadas. De ellas se han tomado muestras alteradas para la realización de ensayos en laboratorio.

| CALICATAS | PROFUNDIDAD (m) | MUESTRAS ALTERADAS | |
|-----------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | DENOMINACIÓN | PROFUNDIDAD (m) |
| C-1 | 1.1 | MA-1 | 0.6 |
| C-2 | 1.3 | MA-2 | 0.9 |
| C-3 | 1 | MA-3 | 0.4 |

El espesor normal de las calicatas consiste en un relleno antrópico inicial con un espesor medio de unos 0.5 metros, que puede aparecer dispuesto sobre el manto de alteración del basamento granodiorítico y cuyo grado de alteración disminuye en profundidad y de espesor similar al relleno, con la consiguiente dificultad para excavar, o directamente sobre una granodiorita con grado de alteración III o III-II, en cuyo caso el ripado por medio de la pala se convierte en muy dificultoso ya en profundidades inferiores a los 1.5 metros.

5.2 SONDEOS

Los sondeos son perforaciones de diámetros y profundidad variables que permiten reconocer la naturaleza, composición y grado de meteorización de las diferentes unidades geotécnicas del terreno donde se va a ubicar la cimentación de las estructuras. Así mismo se pueden extraer muestras de este y realizar ensayos a diferentes profundidades.

En este caso se han realizado cuatro sondeos mecánicos a rotación con extracción de testigo continuo. Con ellos se busca conocer el terreno en profundidad tanto en las zonas de cimentación del edificio, como en el aparcamiento y las pistas exteriores. En el plano adjunto del Apéndice 4.3 puede verse su posición sobre el terreno.

| SONDEOS | PROFUNDIDAD (m) | MUESTRAS ALTERADAS | |
|---------|-----------------|--------------------|-----------------|
| | | DENOMINACIÓN | PROFUNDIDAD (m) |
| S-1 | 1.8 | MA-4 | 0.7 |
| S-2 | 1.7 | MA-5 | 0.6 |
| S-3 | 1.6 | MA-6 | 0.8 |
| S-4 | 1.6 | MA.7 | 0.6 |

Además las muestras extraídas de suelo se podrán analizar en laboratorio y a su vez servir de base a los ensayos de penetración estándar SPT.

5.3 ENSAYOS SPT IN SITU

Los ensayos de penetración estándar o SPT tienen como finalidad determinar la compacidad del suelo y el ángulo de rozamiento interno

Con este ensayo se determina la resistencia del suelo a la penetración de un tomamuestras tubular de acero en el interior de un sondeo y al mismo tiempo permite obtener una muestra representativa para su identificación, aunque con su estructura alterada.

El procedimiento se basa en la hincada de un tomamuestras normalizado mediante la caída de una maza de 63.5 kg de peso desde una altura de 76 cm. El ensayo da una medida de la compacidad del suelo.

Se comienza con la limpieza del punto de sondeo y se penetran los primeros 15 centímetros que no se contabilizan por ser un suelo muy alterado. A partir de este punto se empieza el ensayo hasta que se produce lo que se conoce como rechazo, es decir, que no se consigue avanzar 15 cm tras dar 50 golpes con la maza.

El resultado del ensayo se expresa en forma de gráfico representando el número de golpes necesarios para lograr 20 cm de penetración frente a la profundidad permitiendo hacerse una idea de cómo varía la resistencia dinámica del terreno en profundidad.

| PENETRACIÓN DINÁMICA | RECHAZO (m) | NIVEL FREÁTICO |
|----------------------|-------------|----------------|
| PD-1 | 1.7 | No aflora |
| PD-2 | 1.8 | No aflora |
| PD-3 | 1.8 | No aflora |
| PD-4 | 1.5 | No aflora |

6. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se han recogido muestras tanto de las calicatas como de los sondeos para realizar los ensayos necesarios dado el tipo de proyecto. Las muestras son porciones representativas del terreno conservan alguna o la totalidad de las propiedades de este. Se extraen para su identificación y para realizar ensayos de laboratorio, procurando siempre que permanezcan lo más inalteradas posibles. Los ensayos que se realizan son:

- Ensayos físicos: Granulometría, Clasificación, Densidad seca, Lím. Atterberg (plasticidad) y Compactación.
- Ensayos químicos: Contenido en sulfatos solubles, Humedad, Cantidad de materia orgánica

Los ensayos de identificación y compactación se realizaron sobre la capa arenosa resultado de la alteración de la roca madre, para determinar su capacidad para formar terraplenes y rellenos. Los ensayos de resistencia se realizaron sobre muestras de roca para determinar su capacidad portante a efectos de cimentación.

7. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

En este capítulo se describirán cuantitativamente las propiedades que presentan los diferentes estratos que forman el subsuelo de la parcela:

Tierra vegetal

Primera capa del subsuelo, tramo más superficial. Se trata de un manto vegetal con alto contenido en materia orgánica por lo que no interesa en lo que respecta a la caracterización del terreno de cimentación.

Esta capa será retirada de la zona donde se ubiquen las estructuras, pavimentos y firmes y será utilizada para reforzar la capa de suelo natural de las zonas verdes que se dispongan en la parcela. Se puede asumir un espesor medio de 0.2 - 0.3 metros.

Rellenos antrópicos

Tramo formado por materiales heterogéneos y granulares. Estos materiales son terrosos arenosos de color pardo, aunque también se han detectado zonas de color oscuro ricas en materia orgánica.

Por lo general no supera el medio metro de espesor y su heterogeneidad y presencia de materia orgánica lo convierte en un nivel inadecuado como sustrato de cimentación. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de los ensayos SPT:

| | |
|---------------------------------------|-------|
| % FINOS | 40 |
| CLASIFICACIÓN CASAGRANDE | GP GM |
| DENSIDAD SECA (t/m ³) | 0.90 |
| DENSIDAD NATURAL (t/m ³) | 1.2 |
| HUMEDAD NATURAL (%) | 20 |
| SULFATOS (%) | <0.02 |
| MATERIA ORGÁNICA (%) | 0.81 |
| COMPRESIÓN SIMPLE (Kpa) | 30 |
| COEFICIENTE DE POISSON | 0.33 |
| COHESIÓN (Kpa) | 15 |
| ROZAMIENTO INTERNO (Ángulo en grados) | 28 |
| MÓDULO ELÁSTICO (Mpa) | 26 |

Manto de alteración granodiorítico

Procede de la alteración del sustrato rocoso que forma la roca madre. Se presenta con un grado de alteración V a IV reconociéndose la estructura de la roca original, descompuesta a un material de textura arenosa, bastante suelto.

La compacidad aumenta en profundidad conforme disminuye el grado de alteración, dando paso a la roca sana a una profundidad variable según la zona. Se estima que su espesor ronda los 0.30 - 0.40 metros. A continuación se presentan los resultados del ensayo SPT correspondiente:

| | |
|---------------------------------------|-------|
| % FINOS | 40 |
| CLASIFICACIÓN CASAGRANDE | SM |
| DENSIDAD SECA (t/m ³) | 1.90 |
| DENSIDAD NATURAL (t/m ³) | 2.3 |
| HUMEDAD NATURAL (%) | 13 |
| SULFATOS (%) | <0.02 |
| MATERIA ORGÁNICA (%) | 0.1 |
| COMPRESIÓN SIMPLE (Kpa) | 180 |
| COEFICIENTE DE POISSON | 0.33 |
| COHESIÓN (Kpa) | 90 |
| ROZAMIENTO INTERNO (Ángulo en grados) | 32 |
| MÓDULO ELÁSTICO (Mpa) | 37 |

Sustrato rocoso. Granodiorita

Tramo del subsuelo de color gris anaranjado, de grano fino a medio y tendencia equigranular siendo visible cierto bandeado con algún nivel de jabre intercalado.

El grado de alteración disminuye con la profundidad, siendo inicialmente III. En todos los estratos se ha alcanzado este sustrato, que en el caso de las calicatas se identifica con el límite de capacidad de ripado de la pala.

La granodiorita con grado de alteración II poco profunda, es una roca sana de resistencia a compresión simple de entre 5 y 10 MPa, por lo que puede considerarse como sustrato infinitamente rígido a efectos de cálculo.

| | |
|---------------------------------------|-------|
| % FINOS | 40 |
| CLASIFICACIÓN CASAGRANDE | SM |
| DENSIDAD SECA (t/m ³) | 2.2 |
| DENSIDAD NATURAL (t/m ³) | 2.3 |
| HUMEDAD NATURAL (%) | 13 |
| SULFATOS (%) | <0.02 |
| MATERIA ORGÁNICA (%) | 0.1 |
| COMPRESIÓN SIMPLE (Kpa) | 900 |
| COEFICIENTE DE POISSON | 0.33 |
| COHESIÓN (Kpa) | 450 |
| ROZAMIENTO INTERNO (Ángulo en grados) | 45 |
| MÓDULO ELÁSTICO (Mpa) | 96 |

8.TENSIÓN ADMISIBLE Y CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Una vez obtenidos los resultados en la campaña de investigación (y a efectos de la cimentación de las estructuras) se obtiene una única zona de estrato rocoso sano a una profundidad entre 1 y 1.50 metros aproximadamente. Por lo tanto, se realizará una cimentación superficial o directa mediante zapatas.

Se calcula la tensión admisible del terreno teniendo en cuenta los valores promedio más desfavorables obtenidos en los ensayos de penetración dinámica.

Para tensiones normales de trabajo, las características de los materiales no indican que puedan aparecer problemas en cuanto a la carga de hundimiento. La carga admisible vendrá condicionada básicamente por los asientos.

Para el cálculo de la presión admisible del terreno se utilizarán las expresiones propuestas por Mayerhof (1965) para terrenos granulares. En el caso de las zapatas estas son:

$$q_{adm} = 7,7N_{SPT} \cdot s \quad \text{Para } B \leq 1,20 \text{ (m)}$$

$$q_{adm} = 5,3N_{SPT} \cdot s \cdot (B + 0,3/B)^2 \quad \text{Para } B > 1,20 \text{ (m)}$$

Siendo :

q_{adm} : Presión admisible (kPa).

N_{SPT} : Número de golpes en el ensayo SPT.

S: Asiendo máximo admisible (cm).

B: Ancho de zapata (m).

En general, para las estructuras habituales, el asiento máximo se limita a una pulgada (2.54 cm) en el caso de las zapatas. Debido a las características de la granodiorita con grado de alteración III y la proximidad de la roca sana es prácticamente seguro que para las cargas de servicio no se alcanzarán 2.5 cm de asiento.

De acuerdo con los ensayos SPT, en la zona aparecen distintos perfiles de compacidad, pudiendo obtenerse un valor medio de golpes de cálculo para cada estrato. En función de la profundidad de apoyo de la cimentación y del ancho de la zapata se obtienen diferentes valores de carga admisible.

Tensiones admisibles (Kpa) para un asiento máximo de 2.54 (cm)

| MATERIAL | N _{SPT} | ESTRATO | | | | |
|---------------------|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | < 1.2 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| RELLENO ANTRÓPICO | 5 | 48.9 | 48.46 | 44.51 | 42.22 | 40.72 |
| MANTO DE ALTERACIÓN | 15 | 146.69 | 145.39 | 133.53 | 126.65 | 122.17 |
| GRANODIORITA GA III | 66 | 645.41 | 639.71 | 587.52 | 557.26 | 537.54 |

Si el asiento se limita a media pulgada (1.27 cm) de cara a una mayor seguridad que limite posibles problemas por asientos diferenciales en la estructura, se llega a las tensiones admisibles reflejadas en la siguiente tabla.

Tensiones admisibles (Kpa) para un asiento máximo de 1.27 (cm)

| MATERIAL | N _{SPT} | ESTRATO | | | | |
|---------------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | < 1.2 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| RELLENO ANTRÓPICO | 5 | 97.79 | 93.93 | 89.02 | 84.43 | 81.45 |
| MANTO DE ALTERACIÓN | 15 | 293.37 | 290.78 | 267.05 | 253.3 | 244.34 |
| GRANODIORITA GA III | 66 | 1290.83 | 1279.43 | 1175.03 | 1114.52 | 1075.08 |

Si cimentamos en la granodiorita GA III, la tensión admisible para asiento máximo de una pulgada sería de 1290.83 kPa. Si limitamos el asiento a media pulgada, entonces el material admitiría 500 kPa.

Por otro lado, se ha de tener en cuenta que bajo esta roca aparece la granodiorita GAII, una roca de bajo grado de alteración y elevada resistencia que se puede considerar una capa rígida que disminuye los asientos y aumenta en gran medida la carga de hundimiento.

Se podría concluir que la cimentación en la granodiorita con GA III o en la roca sana, implicaría obtener unos asientos muy inferiores a los máximos soportados (aquellos que podrían resultar dañinos para nuestra pasarela).

9. Conclusiones

El subsuelo está compuesto principalmente por cuatro niveles geotécnicos:

- Tierra vegetal.
- Rellenos antrópicos heterogéneos, generalmente granulares tipo jabre con contaminación de restos antrópicos y zonas terrosas.
- Material de alteración de sustrato granosiorítico, cuyo grado de alteración disminuye con la profundidad.
- Sustrato rocoso a menos de 2 metros de profundidad en todos los casos sin haberse detectado presencia de agua.

El nivel freático no se ha encontrado en ninguno de los sondeos ni calicatas. Es posible que la excavación no pueda acometerse de forma completa mediante medios mecánicos y se deba recurrir a martillos picadores.

Se asume que el rechazo en los ensayos de penetración dinámica coincide con la aparición de roca sana (granodiorita con grado de alteración II) en profundidad. Dicho rechazo se obtiene a una profundidad que oscila entre 1 y 1.5 metros medidos desde el inicio de cada ensayo de penetración dinámica.

Las cimentaciones podrán realizarse en el estrato rocoso de grado II compuesto por roca sana. Realizando las cimentaciones en el estrato indicado, la capacidad portante del terreno para el cálculo de las zapatas será de 5 kp/cm².

APENDICE 4.1 : TRABAJOS DE CAMPO

1.1 CALICATAS

| CALICATA | | C-1 | | PROYECTO: | | COORDENADAS UTM | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | C-001 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 00 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-1 | 0.60 |
| | 0.40 | | 0.20 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE JABRE | | |
| 05 | 0.70 | | 0.30 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE TIERRA HETEROGÉNEA (TONGADAS DE 0.15) | | |
| 10 | 1.10 | | 0.40 |  | GRANODIORITA G.A. III. COLOR GRIS CLARO. | | |
| 15 | | | | | | | |
| 20 | | | | | FIN DE LA CALICATA. No ripable | | |
| 25 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |

| CALICATA | | C-2 | | PROYECTO: | | COORDENADAS UTM | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | C-002 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 0.0 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-2 | 0.90 |
| | 0.40 | | 0.20 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE JABRE | | |
| 0.5 | 0.80 | | 0.40 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE TIERRA HETEROGÉNEA (TONGADAS DE 0.15) | | |
| 1.0 | 1.20 | | 0.40 |  | MANTO DE ALTERACIÓN. GRANODIORITA G.A.V-IV CON TRÁNS. GRADUAL EN PROF. MARRÓN CLARO. GRANO MEDIO A GRUESO. | | |
| | 1.30 | | |  | GRANODIORITA G.A. III. GRIS CLARO | | |
| 1.5 | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | FIN DE LA CALICATA. No Ripable | | |
| 2.5 | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | |

Calicatas 1 y 2

1.2 SONDEOS

| CALICATA | | C-3 | | PROYECTO: | | | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | C-003 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 00 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-3 | 0.40 |
| | 0.40 | | 0.20 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE JABRE | | |
| 05 | 0.70 | | 0.30 |  | RELLENO ANTRÓPICO DE TIERRA HETEROGÉNEA (TONGADAS DE 0.15) | | |
| | 1.00 | | 0.30 |  | GRANODIORITA G.A. III. COLOR GRIS CLARO. | | |
| 10 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| 20 | | | | | FIN DE LA CALICATA. No ripable | | |
| 25 | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | |

Calicata 3

| SONDEO | | S-1 | | PROYECTO: | | | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | S-001 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 00 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-4 | 0.70 |
| | 0.50 | | 0.30 |  | RELLENO ANTRÓPICO | | |
| 05 | 0.80 | | 0.30 |  | MANTO DE ALTERACIÓN GRANODIORÍTICO | | |
| | 1.60 | | 0.80 |  | GRANODIORITA MODERADAMENTE METEORIZADA | | |
| 10 | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | |
| | 1.80 | | 0.20 |  | ROCA SANA (GRANODIORITA) | | |
| 20 | | | | | | | |
| 25 | | | | | FIN DEL SONDEO | | |
| 30 | | | | | | | |

Sondeo 1

| SONDEO | | S-2 | | PROYECTO: | | | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | S-002 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 00 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-5 | 0.60 |
| | | | 0.30 |  | RELLENO ANTRÓPICO | | |
| 05 | 0.50 | | 0.50 |  | MANTO DE ALTERACIÓN GRANODIORÍTICO | | |
| 10 | 1.00 | | 0.50 |  | GRANODIORITA MODERADAMENTE METEORIZADA | | |
| 15 | 1.50 | | 0.20 |  | ROCA SANA (GRANODIORITA) | | |
| | 1.70 | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 25 | | | | | FIN DEL SONDEO | | |
| 30 | | | | | | | |

| SONDEO | | S-3 | | PROYECTO: | | | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|----------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | | |
| Nº REG.: | | S-003 | | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS | |
| 00 | | | | | | REF | PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 |  | TIERRA VEGETAL | MA-6 | 0.80 |
| | | | 0.30 |  | RELLENO ANTRÓPICO | | |
| 05 | 0.50 | | 0.40 |  | MANTO DE ALTERACIÓN GRANODIORÍTICO | | |
| 10 | 0.90 | | 0.50 |  | GRANODIORITA MODERADAMENTE METEORIZADA | | |
| 15 | 1.40 | | 0.20 |  | ROCA SANA (GRANODIORITA) | | |
| | 1.60 | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 25 | | | | | FIN DEL SONDEO | | |
| 30 | | | | | | | |

Sondeos 2 y 3

Sondeo 4

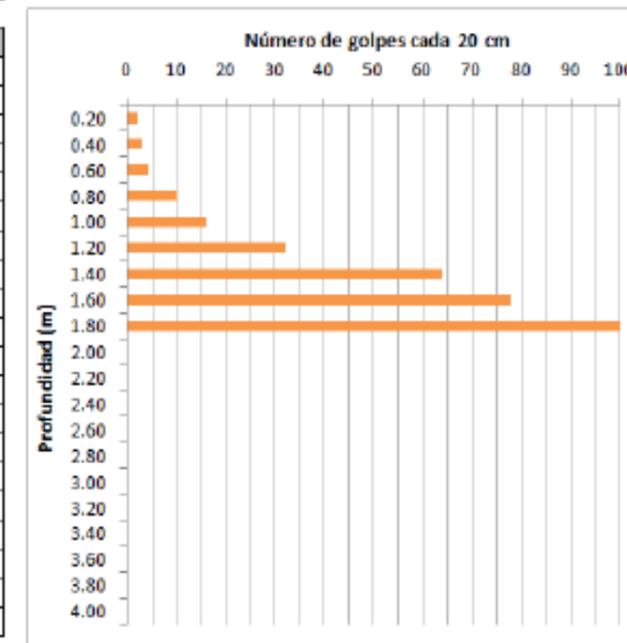
| SONDEO | | S-4 | | PROYECTO: | | |
|----------------|-----------------|----------------|-------------------------|---|--|--------------------|
| HOJA Nº | | 1 DE 1 | | PASARELA PEATONAL DE ACCESO A PLAYA DE BASTIAGUEIRO | | |
| Nº REG.: | | S-004 | | | | |
| REFERENCIA (m) | PROFUNDIDAD (m) | NIVEL FREÁTICO | ESPESOR DEL ESTRATO (m) | CORTE LITOLÓGICO | NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO | MUESTRAS Y ENSAYOS |
| 00 | | | | | | REF PROF (m) |
| | 0.20 | | 0.20 | | TIERRA VEGETAL | MA-7 0.60 |
| 05 | 0.50 | | 0.30 | | RELLENO ANTRÓPICO | |
| | 0.50 | | 0.40 | | MANTO DE ALTERACIÓN GRANODIORÍTICO | |
| 10 | 0.50 | | 0.50 | | GRANODIORITA MODERADAMENTE METEORIZADA | |
| 15 | 1.40 | | 0.20 | | ROCA SANA (GRANODIORITA) | |
| | 1.60 | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 25 | | | | | FIN DEL SONDEO | |
| 30 | | | | | | |

1.3 Ensayos

| | |
|--------------------------------|---------|
| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA | PD-1 |
| HOJA Nº | 1 DE 1 |
| Nº REG.: | SPT-001 |
| PROFUNDIDAD DE RECHAZO: | 1.70 m |

ENSAYO 1. PASARELA BASTIAGUEIRO

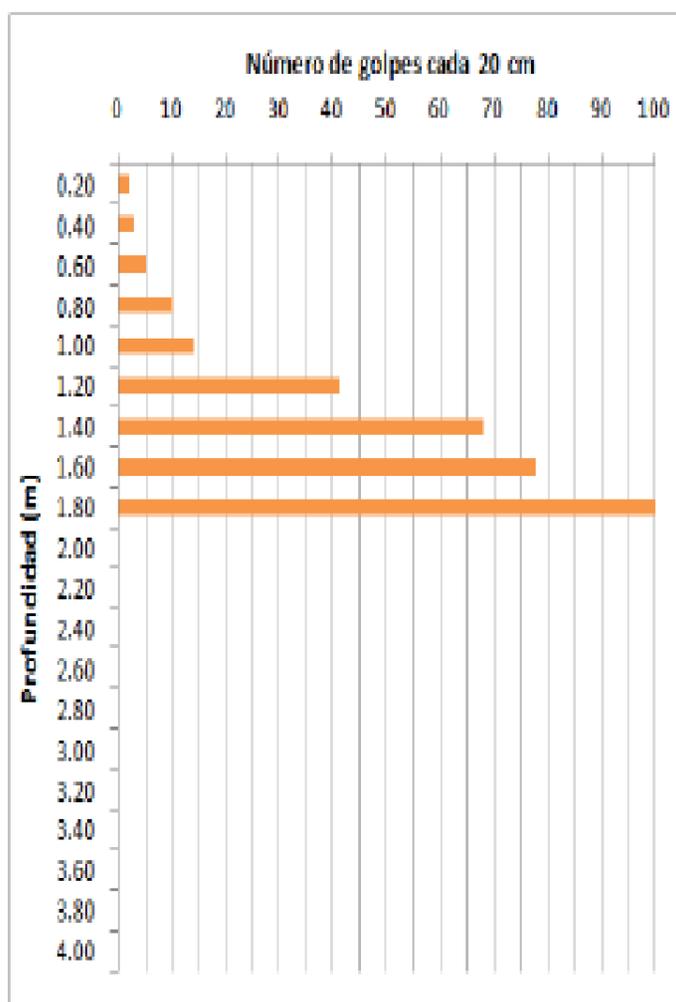
| PROFUNDIDAD (m) | GOLPES | |
|-----------------|--------|-----|
| 0.00 | 0.20 | 2 |
| 0.20 | 0.40 | 3 |
| 0.40 | 0.60 | 4 |
| 0.60 | 0.80 | 10 |
| 0.80 | 1.00 | 16 |
| 1.00 | 1.20 | 32 |
| 1.20 | 1.40 | 64 |
| 1.40 | 1.60 | 78 |
| 1.60 | 1.80 | 100 |
| 1.80 | 2.00 | - |
| 2.00 | 2.20 | - |
| 2.20 | 2.40 | - |
| 2.40 | 2.60 | - |
| 2.60 | 2.80 | - |
| 2.80 | 3.00 | - |
| 3.00 | 3.20 | - |
| 3.20 | 3.40 | - |
| 3.40 | 3.60 | - |
| 3.60 | 3.80 | - |
| 3.80 | 4.00 | - |



| | |
|--------------------------------|---------|
| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA | PD-2 |
| HOJA Nº | 1 DE 1 |
| Nº REG.: | SPT-002 |
| PROFUNDIDAD DE RECHAZO: | 1.80 m |

ENSAYO 2. PASARELA BASTIAGUEIRO

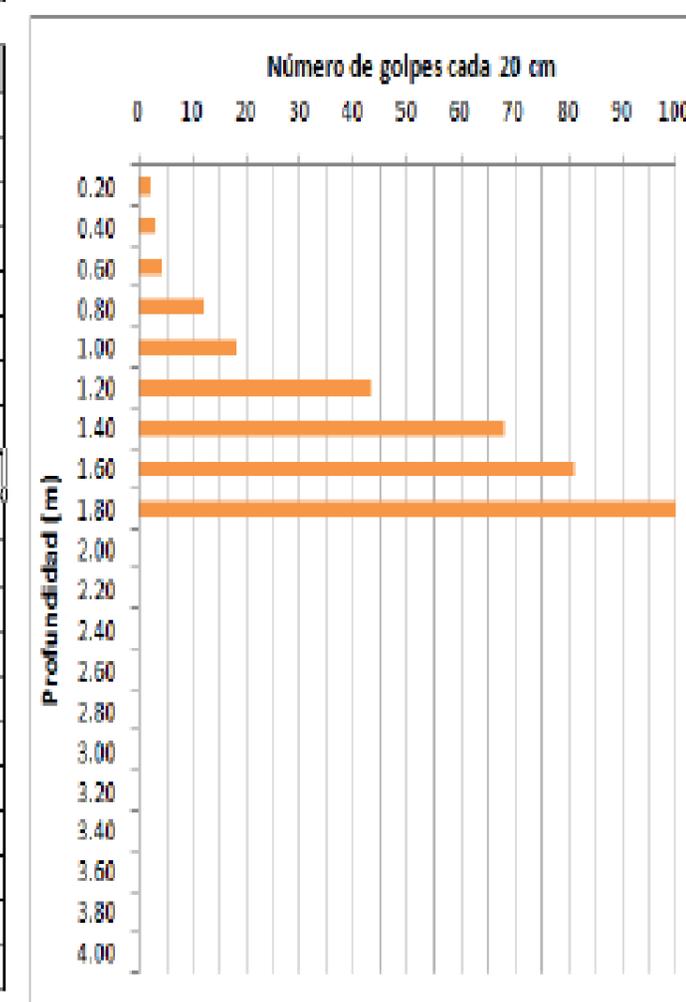
| PROFUNDIDAD (m) | GOLPES | |
|-----------------|--------|-----|
| 0.00 | 0.20 | 2 |
| 0.20 | 0.40 | 3 |
| 0.40 | 0.60 | 5 |
| 0.60 | 0.80 | 10 |
| 0.80 | 1.00 | 14 |
| 1.00 | 1.20 | 41 |
| 1.20 | 1.40 | 68 |
| 1.40 | 1.60 | 78 |
| 1.60 | 1.80 | 100 |
| 1.80 | 2.00 | - |
| 2.00 | 2.20 | - |
| 2.20 | 2.40 | - |
| 2.40 | 2.60 | - |
| 2.60 | 2.80 | - |
| 2.80 | 3.00 | - |
| 3.00 | 3.20 | - |
| 3.20 | 3.40 | - |
| 3.40 | 3.60 | - |
| 3.60 | 3.80 | - |
| 3.80 | 4.00 | - |



| | |
|--------------------------------|---------|
| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA | PD-3 |
| HOJA Nº | 1 DE 1 |
| Nº REG.: | SPT-003 |
| PROFUNDIDAD DE RECHAZO: | 1.80 m |

ENSAYO 3. PASARELA BASTIAGUEIRO

| PROFUNDIDAD (m) | GOLPES | |
|-----------------|--------|-----|
| 0.00 | 0.20 | 2 |
| 0.20 | 0.40 | 3 |
| 0.40 | 0.60 | 4 |
| 0.60 | 0.80 | 12 |
| 0.80 | 1.00 | 18 |
| 1.00 | 1.20 | 43 |
| 1.20 | 1.40 | 68 |
| 1.40 | 1.60 | 81 |
| 1.60 | 1.80 | 100 |
| 1.80 | 2.00 | - |
| 2.00 | 2.20 | - |
| 2.20 | 2.40 | - |
| 2.40 | 2.60 | - |
| 2.60 | 2.80 | - |
| 2.80 | 3.00 | - |
| 3.00 | 3.20 | - |
| 3.20 | 3.40 | - |
| 3.40 | 3.60 | - |
| 3.60 | 3.80 | - |
| 3.80 | 4.00 | - |

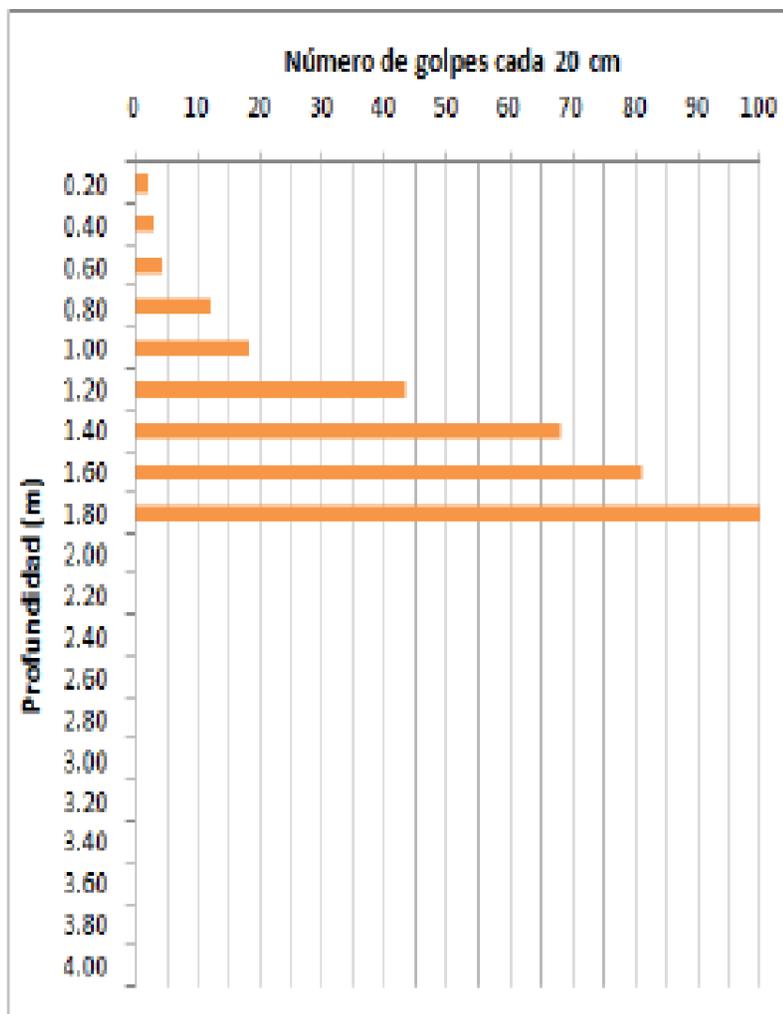


Ensayos 2 y 3

| | |
|--------------------------------|---------|
| ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA | PD-4 |
| HOJA Nº | 1 DE 1 |
| Nº REG.: | SPT-004 |
| PROFUNDIDAD DE RECHAZO: | 1.50 m |

ENSAYO 4. PASARELA BASTIAGUEIRO

| PROFUNDIDAD (m) | | GOLPES |
|-----------------|------|--------|
| 0,00 | 0,20 | 2 |
| 0,20 | 0,40 | 3 |
| 0,40 | 0,60 | 6 |
| 0,60 | 0,80 | 15 |
| 0,80 | 1,00 | 25 |
| 1,00 | 1,20 | 39 |
| 1,20 | 1,40 | 75 |
| 1,40 | 1,60 | 100 |
| 1,60 | 1,80 | - |
| 1,80 | 2,00 | - |
| 2,00 | 2,20 | - |
| 2,20 | 2,40 | - |
| 2,40 | 2,60 | - |
| 2,60 | 2,80 | - |
| 2,80 | 3,00 | - |
| 3,00 | 3,20 | - |
| 3,20 | 3,40 | - |
| 3,40 | 3,60 | - |
| 3,60 | 3,80 | - |
| 3,80 | 4,00 | - |



Ensayo 4

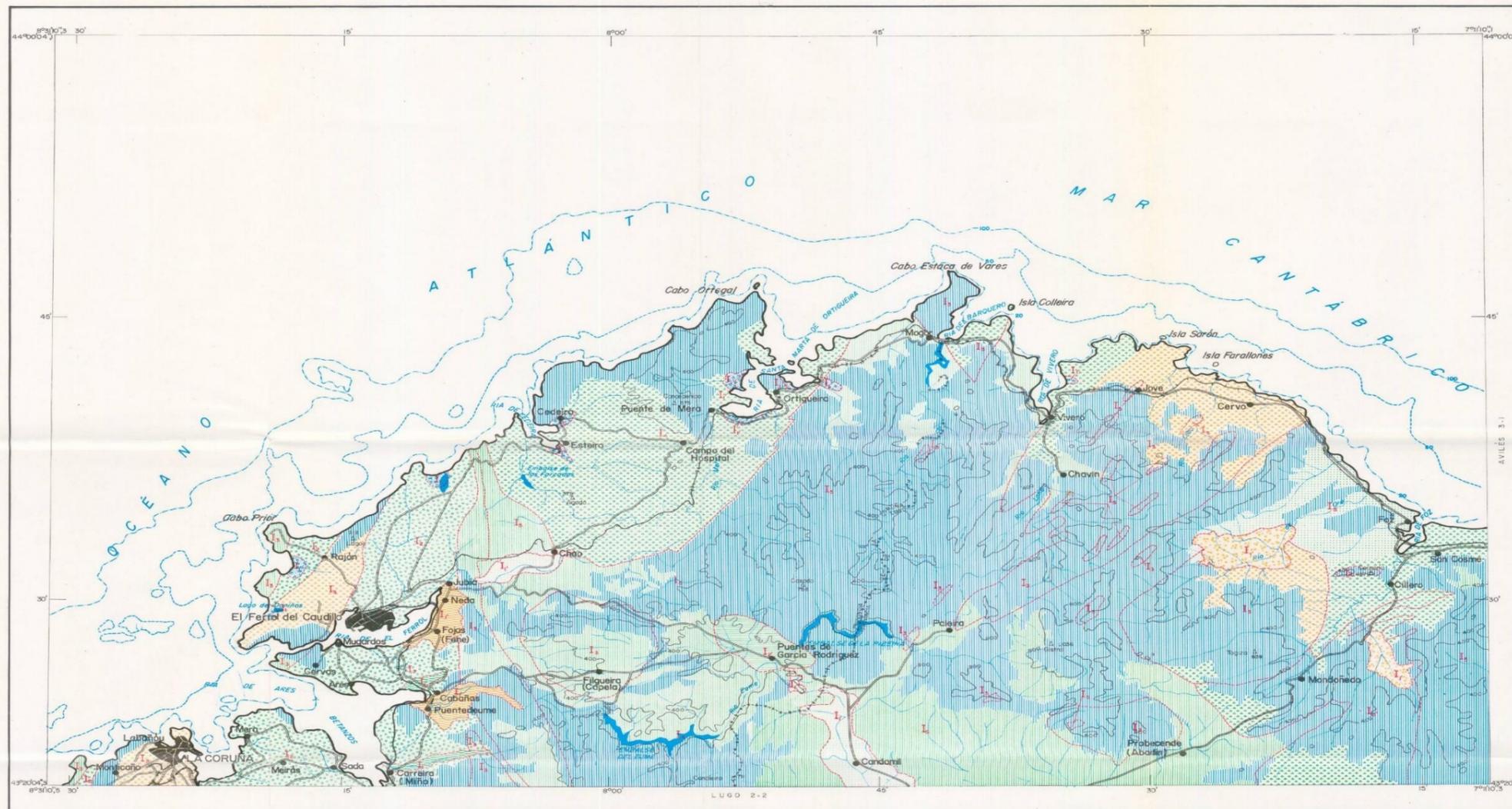
APÉNDICE 4.2 : PLANOS GEOTÉCNICOS

MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL
MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

LA CORUÑA
2-1
1



| REGION | AREA | CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES |
|-------------------------|-----------------------------------|---|
| RELEVES SUAVES | FORMAS DE RELEVES SUAVES | Se incluyen en ella el conjunto de terrenos de deposición moderna, formados por productos procedentes de la erosión y arrasamiento fluvial, o marino. Por lo general, su litología es eminentemente granular -arenas finas y de colores claros- si bien allí donde predominan los aportes fluviales, se entremezclan con arcillas, limos y fangos. Su morfología es eminentemente llana, apareciendo toda ella sujeta a periódicas inundaciones y a un estado de saturación total. Estos factores condicionan unas características geotécnicas desfavorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos. |
| | FORMAS DE RELEVES SUAVES | Se incluyen en ella el conjunto de terrenos procedentes de la alteración de las rocas del estrato geológico, acumulados en los valles continentales y marinos. Por lo general predominan las litologías arenosas, entremezcladas con limos, arenas, gravas, cantos y lijas de muy diversos tamaños. Su morfología es sensiblemente llana y sus materiales se consideran en general como impermeables, con unas condiciones de drenaje aceptables que se ven normalmente muy disminuidas por la existencia de un nivel acuífero a pocas profundidades. Sus características mecánicas oscilan entre favorables y aceptables en función, tanto de la litología como del entorpecimiento apuntado nivel acuífero y de los problemas que este plantea. |
| RELEVES MODERADOS | FORMAS DE RELEVES MODERADOS | Se incluyen en ella, un conjunto de rocas orientadas -con litosidad fina, fácilmente alteradas en arcillas y limos, de colores oscuros y marmoles, y poco resacas a la erosión-, formadas por micacitas, micacitos y esquistos. En general presenta una morfología que oscila entre llana y alomada, lo cual favorece parcialmente los deslizamientos, tanto de las montañas de alteración como de grandes bloques de materiales sanos. Sus materiales se consideran impermeables, con una ligera permeabilidad ligada a su litosidad y a la fácil penetración y erosión del agua a lo largo de los planos de segregación. Los fenómenos arcillosos que se producen en un acuífero drenado, así como en la aparición de zonas de encharcamiento en superficie, no así las acumulaciones de botas arcillosas de alteración en profundidad. Sus características mecánicas se consideran favorables -capacidad de carga alta y magnitud de asentamientos baja-, siempre que se esté sobre roca sana, y desfavorables cuando se esté sobre material alterado bien en superficie, bien en profundidad. |
| | FORMAS DE RELEVES MODERADOS | Incluye la cubierta micacítica situada sobre Puentes de García Rodríguez, formada por una pequeña capa de aportes modernos -arenas, limos, arcillas y gravas-, que tapiza a la litosidad de arcillas y esquistos. Morfológicamente es irregular con pendientes ascendentes desde el centro hasta los bordes, e hidrologicamente muestra una variación entre la primera capa, bastante permeable, y las inferiores, impermeables. Lo que predispone a la aparición de zonas de encharcamiento. Sus características geotécnicas están en función directa de las horizontes arcillosos existentes en profundidad, pues si bien, y en general, son aceptables, la aparición de estos, ocasionará problemas en cuanto a capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos. |
| RELEVES OCLIVOS GALANOS | FORMAS DE RELEVES OCLIVOS GALANOS | Se incluyen en ella el conjunto de rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general, y sobre zonas de alteración en arenas bastante cementadas, son materiales de alta resistencia a la erosión y muy competentes mecánicamente. Presenta una morfología acusada con pendientes que llegan en algunos puntos al 3 por ciento y formas abruptas pero redondeadas, esto ligado a la impermeabilidad de los materiales (ligeramente permeables a causa del grado de tectonización) condiciona un drenaje favorable. Sus características mecánicas son muy favorables, (capacidad de carga alta e inexistencia de asentamientos) pudiendo únicamente aparecer problemas relacionados con las pendientes elevadas y la alteración de áreas de rocas sanas y rocas alteradas en arenas. |
| | FORMAS DE RELEVES OCLIVOS GALANOS | Se incluyen en ella el conjunto de rocas ultrabásicas y metabásicas existentes al N. de la Hoja. Por lo general son materiales competentes, muy fracturados, lijosos y de tonos de color oscuro. Presenta una morfología que oscila entre intermedia y montañosa con pendientes que superan en muchos puntos el 20 por ciento, y en la que se observan abundantes fenómenos endógenos, así como las consecuencias de los mismos (fallas, zonas de resaca, desplomes súbitos, etc.). Su drenaje por escorrentía superficial, es muy favorable estando los posibles afloramientos de agua ligados a fenómenos tectónicos. Sus características mecánicas, favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectónica sufrida. |
| RECINTOS EMERGIDOS | FORMAS DE RELEVES ACUSADAS | Se incluyen en ella una serie de terrenos de alta competencia mecánica, dispuestos en tajos y en los que se observan litologías de tipo de esquistos y pizarras. Por lo general presenta una morfología de abrupta e montañosa, que propiciante el deslizamiento natural así como la fácil ruptura y la acumulación de materiales labrales. Esto, unido a la impermeabilidad general y a la fácil erosión de los niveles más blandos, favorece a la creación de una amplia red de escorrentías y de un drenaje superficial muy activo. Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos, son muy favorables, estando únicamente afectados por los aspectos geomorfológicos que inciden en ella. |
| | FORMAS DE RELEVES ACUSADAS | Es una continuación de la anterior, si bien en ella aparecen una serie de litologías carboníferas que afectan parcialmente sus características hidrologías y geotécnicas. En general los aspectos morfológicos y mecánicos son idénticos a los de 1º. Los hidrologías varían ligeramente por la existencia de niveles de calizas y calcosquistos, parcialmente solubles por el agua, que tras como consecuencia, la aparición de niveles acuíferos a distintas profundidades, la existencia de zonas arcillosas procedentes de dicha disolución y la eventual aparición de coqueles en el subterráneo aspecto que puede, puntualmente influir sobre las condiciones geotécnicas. |

TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E. 1:200.000

Escala F 200.000
1:000m 0 5 10 15 20 25 Km.

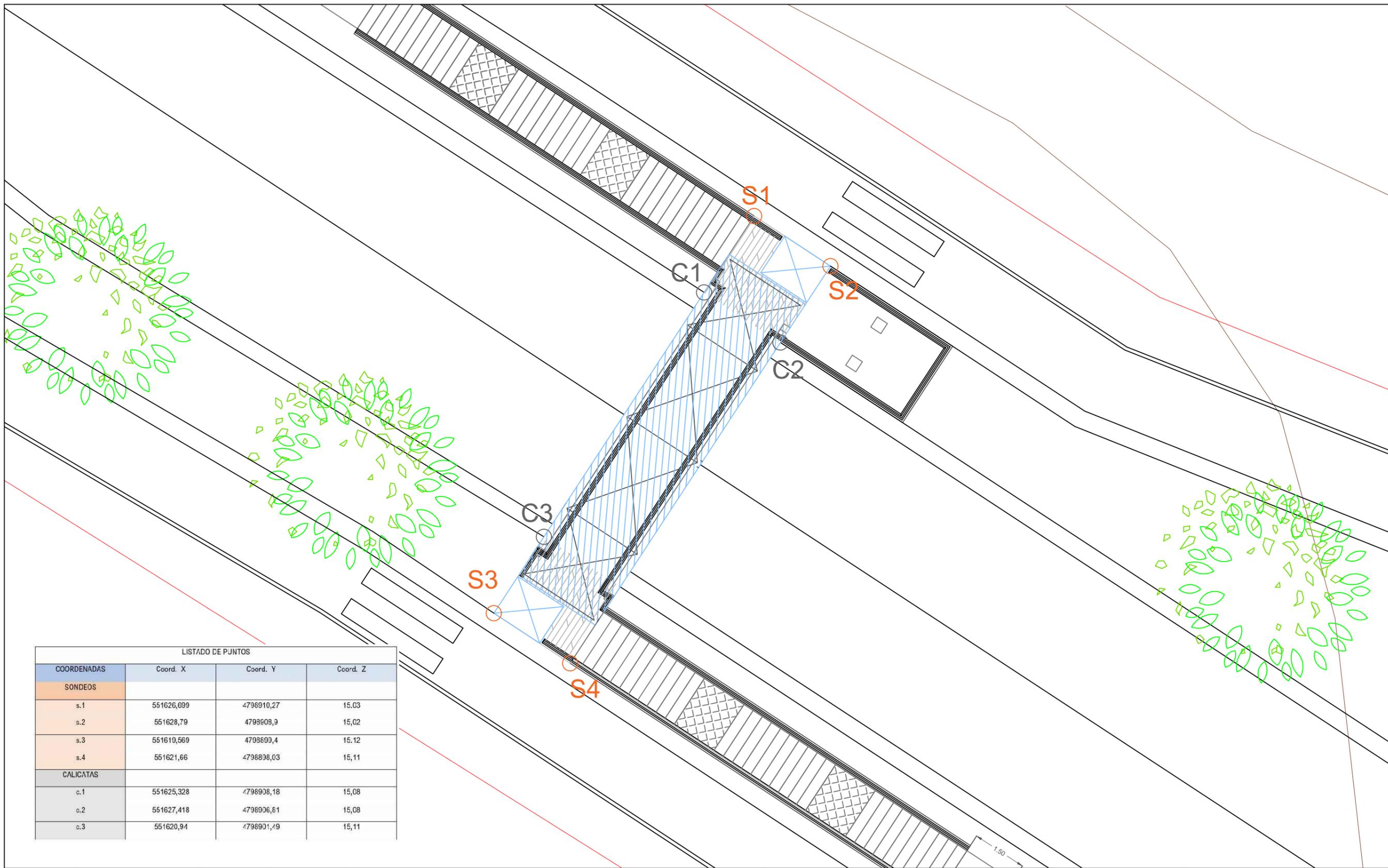
| CRITERIOS DE CLASIFICACION | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--|---|-----------------------|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS | PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES | CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO" | | CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO" | CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO" | PROBLEMAS GEOTECNICOS |
| Muy Favorables | Litológicos | Litológicos + Geomorfológicos | Geomorfológicos + Hidrológicos | Litológicos, Geomorfológicos + Hidrológicos | Litológicos, Geomorfológicos, Hidrológicos + Geotécnicos (p.d.) | De Capacidad de carga |
| Favorables | Geomorfológicos | Litológicos + Hidrológicos | Geomorfológicos + Geotécnicos | Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.) | Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.) | De Asentamientos |
| Aceptables | Hidrológicos | Litológicos + Geomorfológicos | Hidrológicos + Geotécnicos | Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | Litológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | Geotécnicos Varios |
| Desfavorables | Geotécnicos (p.d.) | Litológicos + Geotécnicos (p.d.) | Hidrológicos + Geotécnicos (p.d.) | Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | |

| LEYENDA | | |
|--|---|---|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES |
| Problemas de tipo Litológicos y Geomorfológicos. | Problemas de tipo Geomorfológicos. | Problemas de tipo Geomorfológicos. |
| Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.) | Problemas de tipo Geomorfológicos y Hidrológicos. | Problemas de tipo Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) |
| Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | Problemas de tipo Litológicos, Geomorfológicos y Geotécnicos (p.d.) | Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.) |
| Problemas de tipo Geomorfológicos, Hidrológicos y Geotécnicos (p.d.) | Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.) | Problemas de tipo Litológicos y Geotécnicos (p.d.) |



Mapa Geotécnico Nacional (Hoja 2-1, 1, Escala 1/200000) La Coruña

APÉNDICE 4.3 : PLANOS LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS



LISTADO DE PUNTOS

| COORDENADAS | Coord. X | Coord. Y | Coord. Z |
|------------------|------------|------------|----------|
| SONDEOS | | | |
| s.1 | 551626,699 | 4798910,27 | 15,03 |
| s.2 | 551628,79 | 4798908,9 | 15,02 |
| s.3 | 551619,569 | 4798893,4 | 15,12 |
| s.4 | 551621,66 | 4798898,03 | 15,11 |
| CALICATAS | | | |
| c.1 | 551625,328 | 4798908,18 | 15,08 |
| c.2 | 551627,418 | 4798906,81 | 15,08 |
| c.3 | 551620,94 | 4798901,49 | 15,11 |

| | | | | |
|--|---|--------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS FIRMA: | ESCALA E: 1/100 | ANEJO 4. ESTUDIO GEOTÉCNICO | HOJA: 1 PLANO: 4 |
| | | | LOCALIZACIÓN DE ENSAYOS | SEPTIEMBRE 2020 |

ANEJO 5 : ESTUDIO SÍSMICO

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN
2. NORMATIVA
3. CLASIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA
4. ACCIONES SÍSMICAS
 - 4.1 Acciones Sísmicas Durante vida Útil
 - 4.2 Acciones Sísmicas Durante Fase Constructiva
5. CONCLUSIONES

1. Introducción

El presente anejo tiene por objeto establecer las posibles acciones sísmicas en la zona de proyecto tanto durante la construcción de la pasarela como durante su vida útil. Se cuantificarán y se analizará la necesidad o no de su inclusión en el cálculo.

2. Normativa

La normativa de la que se ha hecho uso es la que se recoge a continuación:

- Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02). Parte general y edificación.
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP- 07).
- Instrucción sobre las Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de Carretera (IAP- 11).

3. Clasificación de La Estructura

Atendiendo a la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02 en el apartado 1.2.2 donde se lleva a cabo la clasificación de las construcciones, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate la pasarela peatonal se clasifica como una construcción de importancia normal.

Pertencen a esta categoría todas aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

4. Acciones Sísmicas

Según la IAP-11, en el apartado 5.2, la acción sísmica se considera de acuerdo con las prescripciones recogidas en la vigente Norma de Construcción Sismorresistente de Puentes (NCSP-07) o normativa que la sustituya.

a NCSP-07, en el apartado 2.8 expone que no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento (a_b) cumpla: $a_b < 0,04 \text{ g}$

Asimismo, también expone que tampoco será necesaria la consideración de las mismas cuando la aceleración sísmica horizontal de cálculo (a_c) cumpla: $a_c < 0,04 \text{ g}$

Por otro lado, la NCSE-02 en su artículo 1.2.3 define que en las construcciones de importancia normal (el caso que nos ocupa), no se tendrán que considerar las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica básica, a_b , cumpla:

$$a_b < 0,04 \text{ g}$$

4.1 Acciones Sísmicas durante Vida Útil

Según el apartado 3.4 de la NCSP-07, la aceleración sísmica horizontal de cálculo se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde:

a_b : aceleración sísmica básica, calculada según la NCSE- 02 a través del siguiente mapa sísmico.



El emplazamiento de la pasarela es La Coruña, por lo que la aceleración sísmica básica según el gráfico es de:

$$ab < 0,04 \text{ g}$$

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores:

$$\rho = Y_I \cdot Y_{II}$$

Y_I es el factor de importancia, función de la importancia del puente. Para la pasarela proyectada se toma un valor de $Y_I = 1$, ya que se trata de un puente de importancia normal.

Y_{II} es el factor modificador para considerar un periodo de retorno diferente de 500 años. El producto ($\rho \times a.b$) representa la aceleración sísmica horizontal correspondiente a un periodo de retorno PR. El valor de esa aceleración puede deducirse de un estudio probabilista de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento del puente. A falta de este estudio, de forma aproximada puede suponerse:

$$Y_{II} = (PR / 500)^{0,4}$$

Tomando un periodo de retorno de 500 años queda $Y_{II} = 1$. Por tanto:

$$Y = Y_I \cdot Y_{II} = 1 \cdot 1 = 1$$

S: coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

- Para $\rho \cdot ab \leq 0,1g$ $S = C/1,25$
- Para $0,1g < \rho \cdot ab < 0,4g$ $S = C/1,25 - 3,33 \cdot ((\rho \cdot ab/g) - 0,1) \cdot (1 - C/1,25)$
- Para $0,4g \leq \rho \cdot ab$ $S = 1,0$

En nuestro caso $\rho \cdot ab < 1 \cdot 0,04g = 0,04g \leq 0,1g$. Por tanto:

$$S = C/1,25.$$

C: coeficiente del terreno definido mediante la siguiente tabla:

| TIPO DE TERRENO | DESCRIPCIÓN | COEFICIENTE "C" |
|-----------------|---|-----------------|
| I | Roca compacta, suelo cemento o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750 \text{ m/s}$ | 1 |
| II | Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 400 \text{ m/s}$ | 1.30 |
| III | Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} > v_s > 200 \text{ m/s}$ | 1.60 |
| IV | Suelo granular suelto, o cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 200 \text{ m/s}$ | 2.00 |

Teniendo en cuenta lo expuesto en los anejos geológicos y geotécnicos, contamos con un tipo de suelo Tipo I, cuyo valor del coeficiente "C" es igual a 1.

De esta manera queda un coeficiente de amplificación del terreno

$$S = C/1,25 = 1/1,25 = 0,8$$

Y una aceleración de cálculo sísmica horizontal de:

$$ac = S \cdot \rho \cdot ab = 0,8 \cdot 1 \cdot 0,04g = 0,032g < 0,04g$$

4.2 Acciones Sísmicas Durante Fase Constructiva

Durante la fase de construcción, la aceleración de cálculo puede obtenerse multiplicando la aceleración básica por el siguiente factor:

$$0.3 \cdot (Lc)^{0.37}$$

Donde Lc es la duración del período constructivo en años.

Para el período de construcción de nuestra pasarela, 15 meses (1,25 años), la aceleración de cálculo es:

$$0.3 \cdot (1.25)^{0.37} = 0.326$$

Obteniendo, por tanto, un valor de aceleración de cálculo de:

$$ac = 0.326 \cdot 0.04 \text{ g} = 0.013 \text{ g}$$

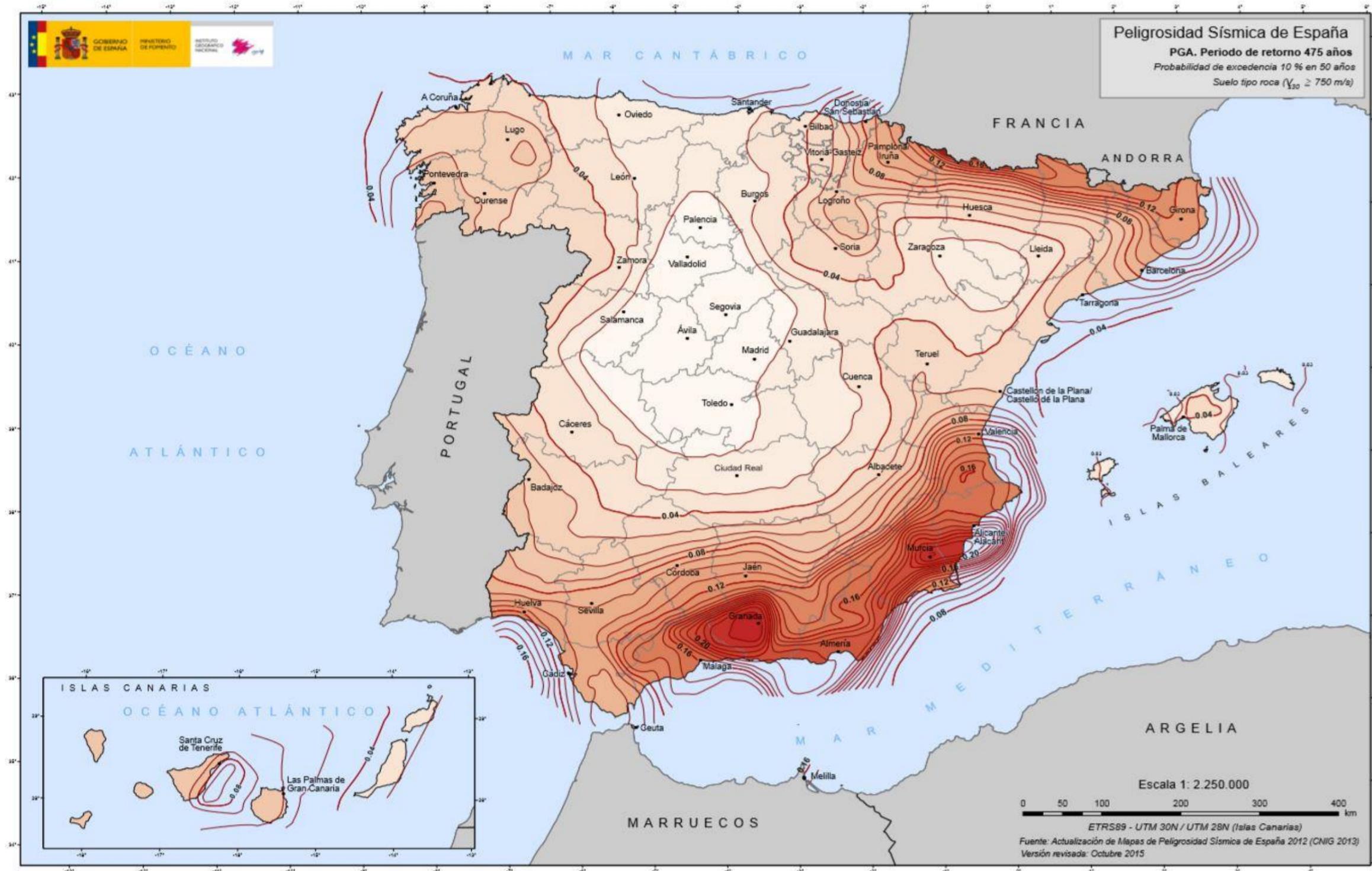
Menor que 0,04 g, por lo que no se consideran acciones sísmicas durante la construcción de la pasarela.

5. CONCLUSIONES

Según lo expuesto en los apartados anteriores, no es preciso incluir en el cálculo efectos sísmicos, ni durante el proceso constructivo y para la vida útil de la estructura.

Por tanto, el nivel sísmico no es condicionante del diseño de la pasarela, si bien, cuando se registre un terremoto de intensidad igual o superior a VII (Escala Macrosísmica Europea), se deberá realizar un informe en el que se analicen las consecuencias del sismo sobre la construcción y el tipo de medidas a adoptar.

APÉNDICE 5.1 : MAPAS SÍSMICIDAD DE ESPAÑA

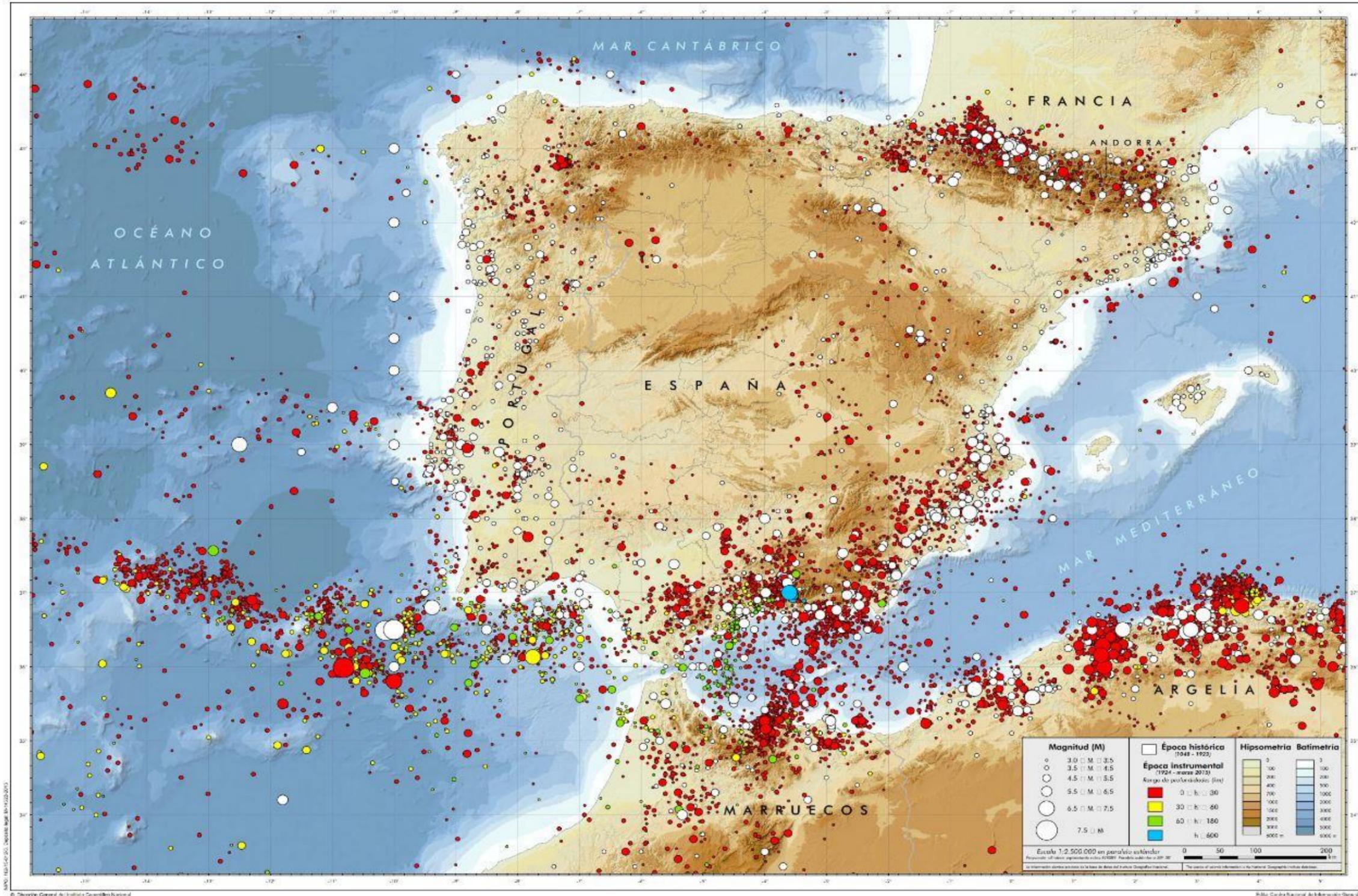


Mapa Peligrosidad Sísmica en la Península Ibérica en unidades de aceleración (IGN, 2015)



SISMICIDAD DE LA PENÍNSULA IBÉRICA Y ZONAS PRÓXIMAS

SEISMICITY OF THE IBERIAN PENINSULA AND NEIGHBORING ZONES



ANEJO Nº 6 : ESTUDIO CLIMÁTICO

ÍNDICE:

1. ANEJO CLIMÁTICO

Introducción

En este anejo se estudiarán las condiciones climáticas de la zona en que se encuentra la pasarela en estudio para establecer las medidas de protección necesarias y medir la incidencia de las cargas climatológicas durante la vida útil de la estructura. La Comunidad Autónoma de Galicia presenta un clima lluvioso a causa de los vientos procedentes del oeste que traen masas de aire húmedas polares o tropicales. En la zona norte, podemos identificar un clima marítimo de la costa oeste de los continentes, mientras que en el sur hay un clima que, siendo marítimo, tiene tendencia al clima mediterráneo.

Por su posición en el planeta, Galicia tiene un clima de temperaturas suaves, con una amplitud térmica reducida y unas precipitaciones abundantes, casi siempre por encima de 800 mm. Por otro lado, en las sierras prelitorales, que superan los 1000 metros, y en el macizo galaico-leonés, las temperaturas son frías en invierno, incluso con precipitaciones en forma de nieve, y frescas en verano.

Las zonas costeras están sometidas a vientos constantes, que suelen ser fuertes. La zona de la meseta de Lugo y Terra Cha es ligeramente más seca que la costa, con cierta similitud al clima continental, debido a la presencia de las sierras prelitorales. En las depresiones orensanas es frecuente que se den situaciones de inversión térmica que provoca nieblas persistentes en los valles. En las montañas interiores suelen darse lluvias orográficas, provocadas por unos vientos que empujan las masas de aire húmedo sobre unos relieves que superan los 1500 metros de altitud.

Se ha consultado la disponibilidad de estudios climatológicos en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), y teniendo en cuenta que no se disponen de datos específicos de la zona de Bastiagueiro, se tomarán aquellos correspondientes a los estudios climatológicos existentes de la A Coruña.

Precipitaciones

Los meses de mayor precipitación según los datos obtenidos son Octubre, Noviembre y Diciembre, superando en los 3 los 130 mm, mientras que los meses de menos precipitación son Julio y Agosto, ambos con menos de 40 mm.

El número anual de días de precipitación apreciable en la zona, considerando esta los días con una precipitación superior o igual a 1 mm, es de 129.6, mientras que la pluviosidad anual media es de 1014 mm.

Temperatura

La temperatura media anual en la ciudad de A Coruña, que como ya se ha dicho es la que se asume como válida para la zona a estudiar, es de 14.8°C, según datos de la AEMET, para el intervalo de años (1981,2010), que se adjuntan en el apéndice 1 de este anejo.

Las temperaturas medias más elevadas se dan en el mes de Agosto y son de 19.6°C, mientras que las más bajas corresponden al mes de Enero y son de 10.8°C.

Las temperaturas de la zona son relativamente suaves, con poca variación, las medias mensuales de mínimos diarios son de 8°C, mientras que las medias mensuales de máximos diarios son de 22.8°C, hablando siempre del intervalo de años (1981,2010).

| Mes | T | TM | Tm | R | H | DR | DN | DT | DF | DH | DD | I |
|------------|------|------|------|------|----|-------|-----|------|------|-----|------|-----|
| Enero | 10.8 | 13.5 | 8.1 | 112 | 75 | 14.0 | 0.1 | 1.6 | 1.0 | 0.1 | 3.6 | 102 |
| Febrero | 11.1 | 14.1 | 8.0 | 88 | 73 | 12.0 | 0.1 | 1.1 | 1.3 | 0.0 | 3.6 | 121 |
| Marzo | 12.4 | 15.5 | 9.2 | 75 | 72 | 11.5 | 0.0 | 1.1 | 1.2 | 0.0 | 4.4 | 160 |
| Abril | 13.0 | 16.2 | 9.9 | 88 | 73 | 13.3 | 0.0 | 1.7 | 1.5 | 0.0 | 3.5 | 175 |
| Mayo | 15.0 | 18.1 | 12.0 | 74 | 75 | 11.1 | 0.0 | 1.8 | 3.0 | 0.0 | 2.3 | 201 |
| Junio | 17.4 | 20.6 | 14.3 | 44 | 76 | 6.7 | 0.0 | 1.0 | 4.7 | 0.0 | 4.3 | 225 |
| Julio | 19.0 | 22.1 | 15.9 | 34 | 77 | 5.5 | 0.0 | 1.2 | 6.7 | 0.0 | 5.4 | 239 |
| Agosto | 19.6 | 22.8 | 16.4 | 35 | 77 | 5.7 | 0.0 | 1.1 | 6.2 | 0.0 | 5.2 | 244 |
| Septiembre | 18.6 | 22.0 | 15.2 | 64 | 76 | 7.9 | 0.0 | 1.6 | 5.2 | 0.0 | 5.7 | 192 |
| Octubre | 16.1 | 19.1 | 13.0 | 130 | 77 | 12.9 | 0.0 | 1.3 | 3.2 | 0.0 | 3.5 | 149 |
| Noviembre | 13.3 | 16.0 | 10.5 | 138 | 77 | 14.3 | 0.0 | 1.8 | 1.6 | 0.0 | 2.7 | 108 |
| Diciembre | 11.5 | 14.1 | 8.9 | 131 | 75 | 14.6 | 0.0 | 1.5 | 1.3 | 0.0 | 4.6 | 94 |
| Año | 14.8 | 17.8 | 11.8 | 1014 | 75 | 129.6 | 0.2 | 16.8 | 37.0 | 0.1 | 48.6 | - |

Leyenda

| | |
|----|---|
| T | Temperatura media mensual/anual (°C) |
| TM | Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C) |
| Tm | Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C) |
| R | Precipitación mensual/anual media (mm) |
| H | Humedad relativa media (%) |
| DR | Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm |
| DN | Número medio mensual/anual de días de nieve |
| DT | Número medio mensual/anual de días de tormenta |
| DF | Número medio mensual/anual de días de niebla |
| DH | Número medio mensual/anual de días de helada |
| DD | Número medio mensual/anual de días despejados |
| I | Número medio mensual/anual de horas de sol |

Viento

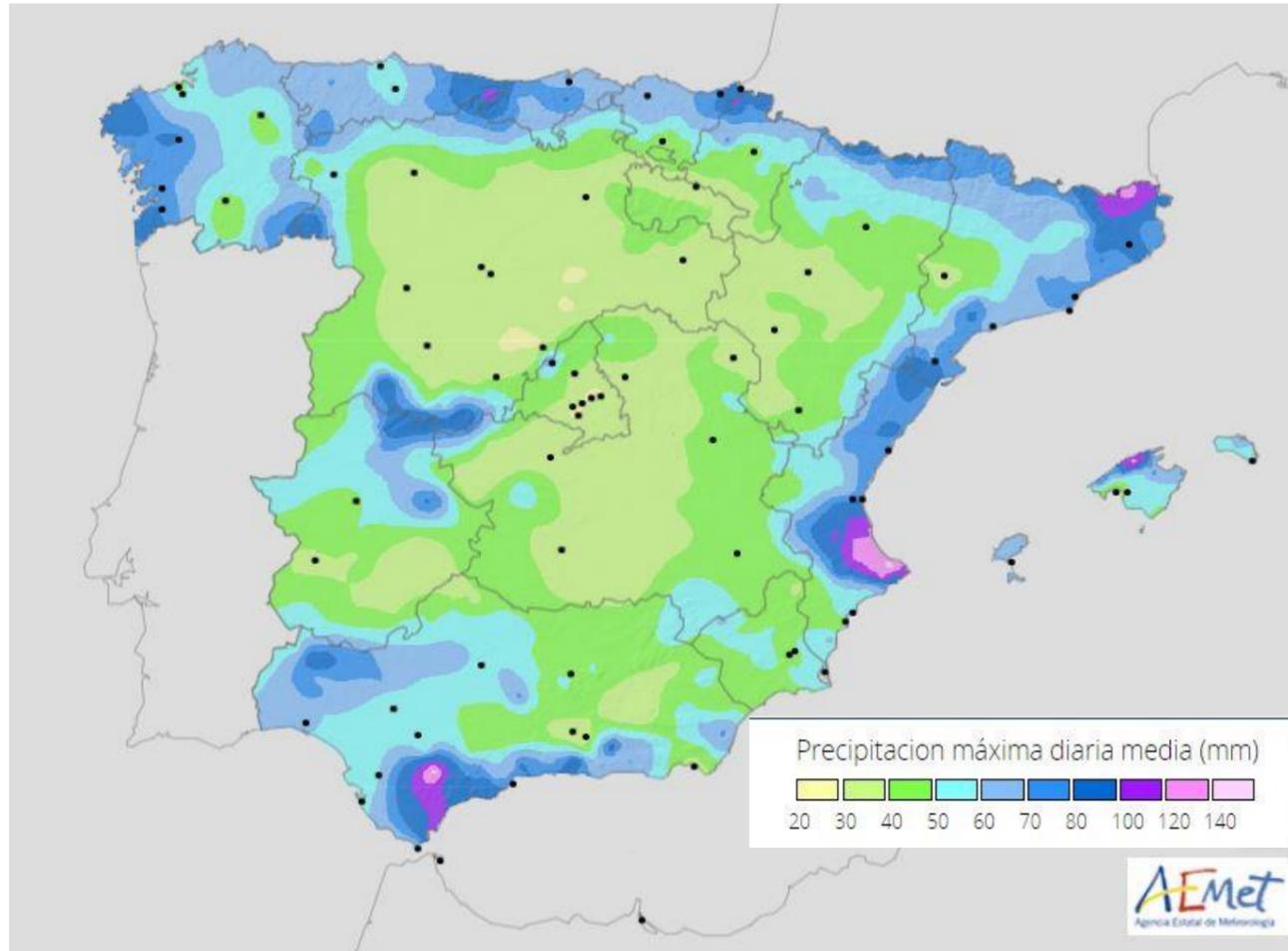
La mayor racha de viento registrada desde 1933 hasta la actualidad, se produjo el 16 de febrero de 1941, con una ráfaga de 160 km/h.

Nubosidad e Insolación

Los meses con más días cubiertos en Santiago de Compostela son Enero y Diciembre, superando ambos una media de 14 y 15 días cubiertos respectivamente. La media de días del año completamente despejados es de 65, bastante baja, incluso comparada con otras ciudades de la Comunidad Autónoma de Galicia.

La humedad relativa media anual es de 75%, un valor bastante elevado, aunque con pocas variaciones, ya que en todos los meses se mantiene en el intervalo 72-77%.

APÉNDICE 6.1 : TABLAS AEMET



Distribución espacial de precipitaciones en el territorio nacional AEMET (Península Ibérica)

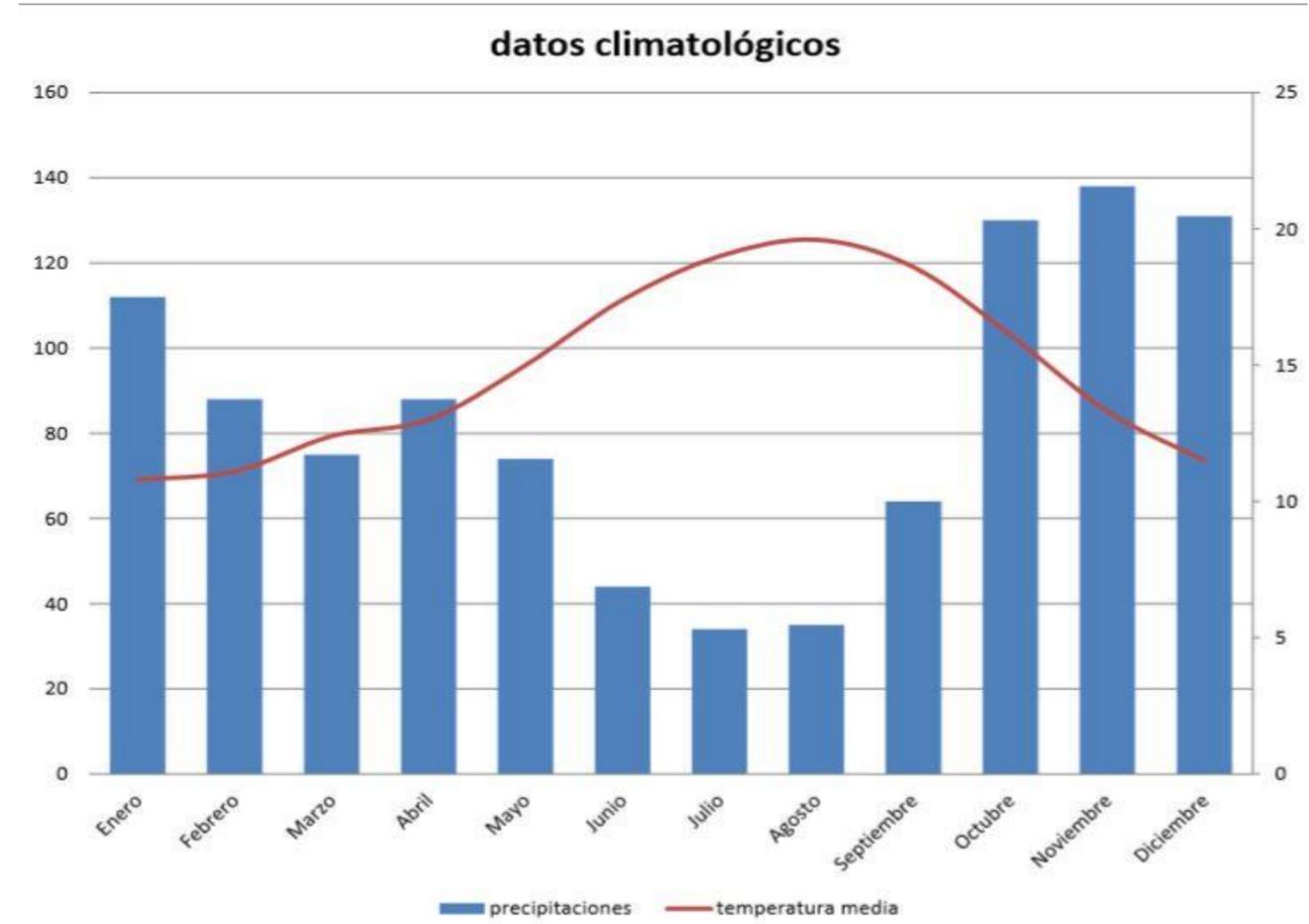


Tabla Representativa de la distribución de precipitaciones y temperaturas en A Coruña por meses (AEMET)

ANEJO Nº 7: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE:

1. ANTECEDENTES Y OBJETO
2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA
3. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO

1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

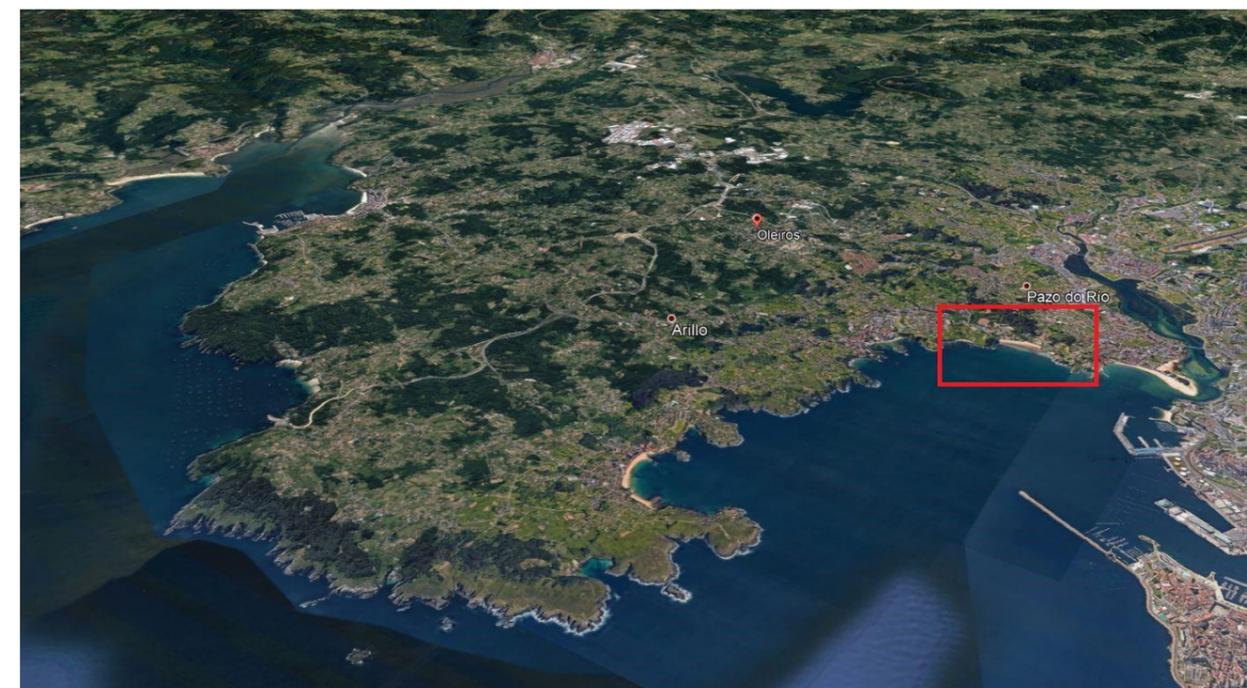
El objeto del presente estudio previo y análisis de las alternativas es analizar la situación actual de la zona donde va a ser proyectada la construcción de la pasarela peatonal, así como sus carencias y necesidades, con el fin de presentar posibles soluciones alternativas para la actuación que se va a llevar a cabo, tanto en emplazamiento como en diseño, y corregir así posibles deficiencias.

A lo largo de este estudio se describirán la situación actual y sus necesidades, las condiciones que rodean la obra, la valoración de cada alternativa u la elección y posterior justificación de cada una de las tomas de decisión. Cabe destacar que dentro de los aspectos condicionantes de la pasarela peatonal se ha considerado importante el hecho de que se trate de una de los principales accesos al Ayuntamiento de Oleiros, además de situarse en una posición con vistas privilegiadas a la Playa de Bastiagueiro, lo que le dará un valor añadido al aspecto estético como obra representativa del lugar.

2. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Bastiagueiro es una localidad gallega situada en la zona costera del municipio de Oleiros, en la provincia de La Coruña, España. Forma parte de las parroquias de Liáns y Perillo.

La vía sobre la que se realizará esta pasarela se encuentra a escasos metros de la playa de Bastiagueiro, concretamente en el tramo que se encuentra entre la rotonda del “Ché Guevara” y la rotonda donde se encuentra la Facultad de Ciencias del Deporte y la Actividad Física (INEF).



Vista aérea del Ayuntamiento de Oleiros, con detalle de la parroquia costera de Bastiagueiro



Detalle de la zona de actuación (Paso de Peatones de la AC-173)



Situación de Galicia en España



Localización Concello de Oleiros

3. SITUACIÓN ACTUAL Y OBJETO

3.1 ENTORNO Y SERVICIOS

El área en concreto en la que está planeada la actuación aglutina una gran variedad de establecimientos y servicios, así como zonas residenciales, educativas, comerciales y recreativas. Entre otros, nos podemos encontrar con los siguientes:

- Aparcamiento principal de la playa de Bastiagueiro
- Nuevos aparcamientos proyectados a ambos lados de la Vía AC-173(En solares adyacentes)
- Escuela de Surf “Prado Surf “
- Restaurante Alcorce
- Skatepark Bastiagueiro (Dirección Bastiagueiro)
- Paseo marítimo y carril bici
- Paradas de bus de líneas de transporte escolar e interurbano que enlazan A Coruña con su área metropolitana (A ambos lados de la vía, justo en donde se realizará la pasarela peatonal)
- Finca Montesqueiro
- Áreas residenciales a ambos lados de la vía a las que solo se puede acceder mediante el paso de cebra que será sustituido por la pasarela peatonal
- INEF
- Colegio Público Valle Inclán
- Escuela de danza de Oleiros

Crecimiento de Bastiagueiro y Santa Cruz de Dorneda

Nos encontramos ante un municipio que ha crecido mucho en los últimos años. Y esto se ha producido también en los municipios adyacentes, como en este caso Santa Cruz. La cercanía con la ciudad de La Coruña y la disponibilidad de una gran variedad de viviendas de nueva construcción ha multiplicado sus habitantes.

Pero según se ha podido observar durante la realización de este estudio de alternativas con visitas de campo, este crecimiento poblacional ha venido potenciado por la creación de una gran cantidad de parques, espacios verdes, plazas públicas, paseos y procesos de urbanización en general que ha transformado a estas poblaciones cercanas a La Coruña en lugares muy deseables para vivir.

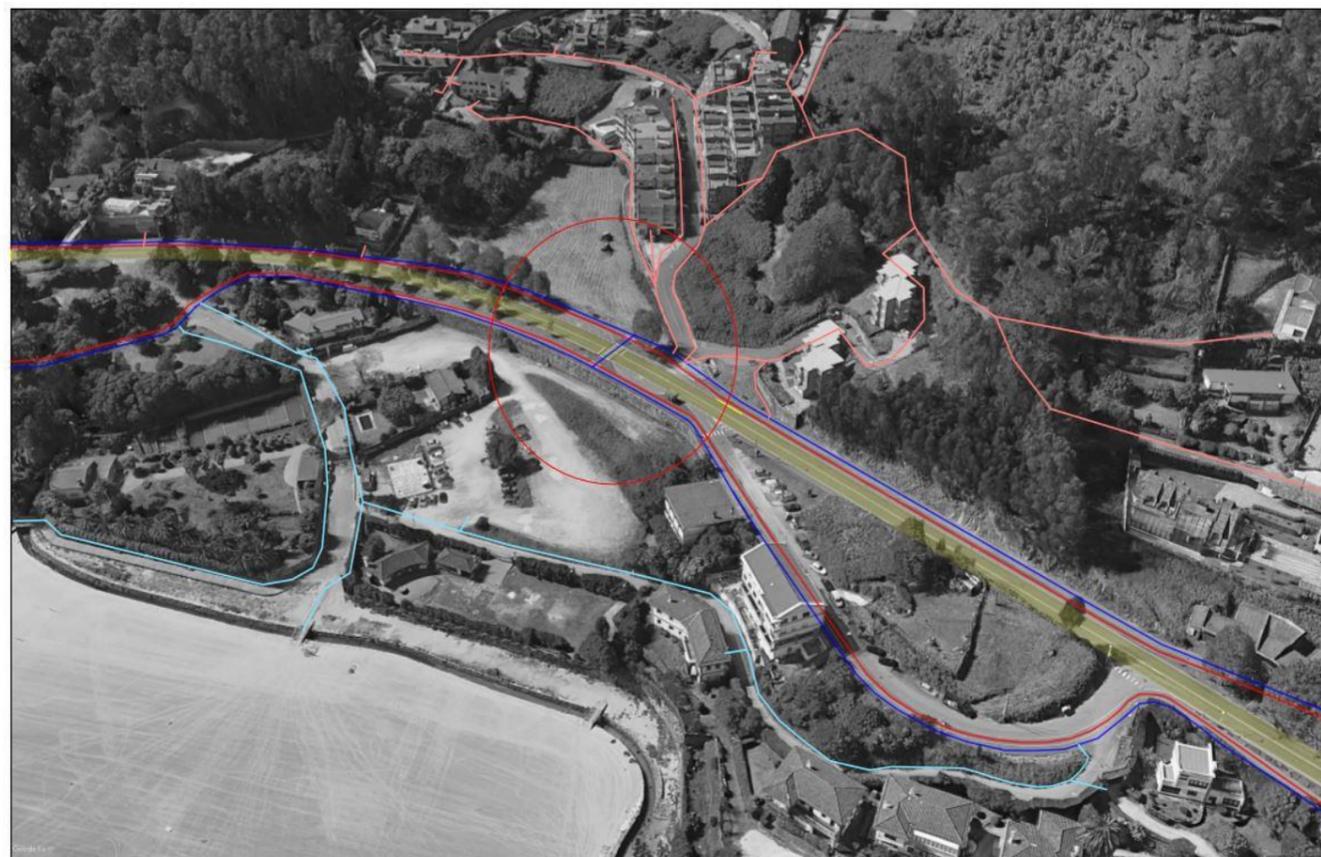
Los servicios antes enumerados son tan solo unos pocos de los que nos podemos encontrar en este Ayuntamiento que se encuentra en proceso de crecimiento y que cada año supera sus números de empadronamiento.

Se ha incluido esta imagen modificada con algunos de los principales servicios que se pueden encontrar alrededor de nuestra pasarela para permitir apreciar el flujo de personas al que tiene que dar servicio el actual paso de peatones.



Representación zonal de algunos servicios de la zona, con la zona de actuación dentro de el círculo rojo

3.2 ESTADO ACTUAL Y NECESIDADES



Representación aérea de las vías y paseos presentes en la zona de actuación (En círculo rojo)

Solución Actual

Existe un paso de peatones para permitir el tránsito de personas al otro lado de la vía, que es muy utilizado, y que obliga a corte constante del flujo de vehículos de la AC-173. El inconveniente de este paso a nivel reside en que se trata de la única alternativa posible para realizar este desplazamiento en un radio de aproximadamente 500 m. Esta distancia, a priori, realizada a pie podría parecer insignificante, pero para muchos usuarios del paseo consistiría en una razón suficientemente válida como para no plantearse el cruce mediante otra alternativa.

Y todo eso sin tener en cuenta las personas con movilidad reducida o residentes de las urbanizaciones y viviendas cercanas de mayor edad para los que ese pequeño obstáculo puede convertirse en la razón para no salir a pasear por la playa.

A continuación, se explicarán cada uno de los puntos más significativos del estado actual y la problemática de esta solución, que en su momento aportaría una solución perfectamente funcional al problema del cruce de peatones, pero que se ha visto completamente desbordada tanto por el crecimiento demográfico de la zona, como por el desarrollo comercial y de servicios.

Acceso principal

La pasarela objeto del siguiente proyecto se encuentra situada en la AC-173, comúnmente conocida como la Avenida "Ché Guevara", a la altura del único paso de peatones que permite cruzar de un lado al otro de la vía en un radio de 500 m. Es cierto que se dispone de una pasarela cercana a 150 desde el paso de cebrá dirección Oleiros, pero a esta se encuentra elevada y se llega a través de un área residencial de difícil acceso para el peatón.

Actualmente la AC-173 representa una de las principales vías de acceso al Ayuntamiento de Oleiros y tiene una afluencia de vehículos elevada. En horas punta llega a estar completamente colapsada con el tráfico prácticamente detenido. Con un IMD de 25000 vehículos/día (Según datos proporcionados por el departamento de Obras Públicas de Ayto. De Oleiros) es evidente que nos encontramos ante una vía muy concurrida.

Exceso de Velocidad

Cabe destacar que en este tramo la velocidad está limitada a 50 km/h pero es habitual que no se cumpla este límite por parte de los vehículos suponiendo esto un riesgo para el peatón que decide utilizar este paso de cebrá.

Mala Visibilidad

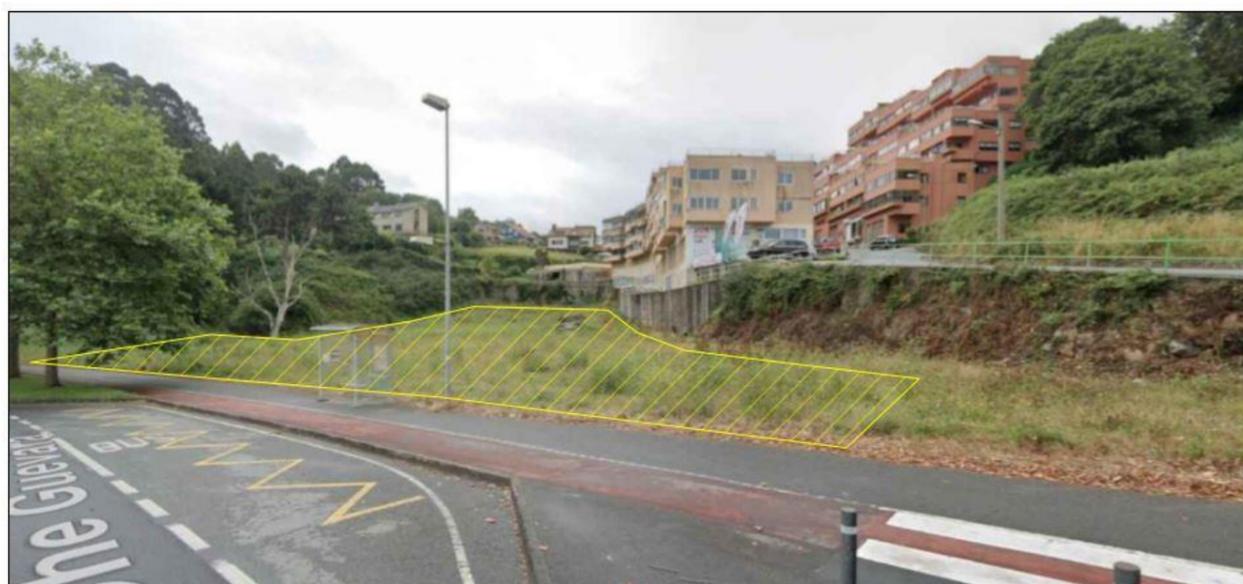
El lugar concreto en el que está actualmente el paso de peatones (que será objeto de sustitución por parte de la pasarela proyectada) se encuentra al final de una recta en pendiente descendente en ambos sentidos, en curva, y con filas de árboles que flanquean la vía por ambos costados. Esto presenta para los vehículos que habitualmente circulan a grandes velocidades una importante dificultad para realizar la frenada en caso de que exista un peatón cruzando la vía.

Peligrosidad

No es de extrañar que con esta clase de condicionantes se trate de un punto negro para viandantes, con 18 accidentes a lo largo de 2019 (Según datos oficiales proporcionados por el departamento de Obras Públicas del Ayuntamiento de Oleiros). La necesidad de una solución viable y accesible para todos es inexistente en la actualidad en la zona de actuación.

3.3 PROYECTOS EN LA ZONA

A la altura del pase de cebra actual, después del margen derecho de la carretera, dirección Oleiros, situado tras el paseo y el carril bici, se encuentra un solar que se dedicará a la construcción de un nuevo aparcamiento para la playa de Bastiagueiro. Este nuevo espacio de estacionamiento para vehículos servirá para cubrir la demanda de aparcamiento en los meses estivales, en los que tanto la playa como el paseo se encuentran a máxima capacidad.



Vista desde el actual paso de peatones del futuro emplazamiento de aparcamiento "A"

Además, este nuevo aparcamiento se complementará con otro de menores dimensiones en el lado opuesto de la AC-173 en dirección Coruña, en un solar vacío justo delante del restaurante "Alcorte". Ambos se pueden ver representados en el croquis de la página número 2 con las letras "A" Y "B", así como en el plan General del ayuntamiento de Oleiros (pueden distinguirse por una letra "P" representada encima de la superficie que ocupan) que se muestra a continuación en el apartado 3.4.

Esta actuación supondrá que la afluencia de personas que necesitaran cruzar la vía aumentará notablemente. Teniendo en cuenta que el paso de peatones actual supone la única alternativa posible, con todos los inconvenientes antes descritos, la realización de un paso peatonal a diferente nivel permitiría el flujo de tráfico continuo y el tránsito de personas de una forma cómoda y segura.



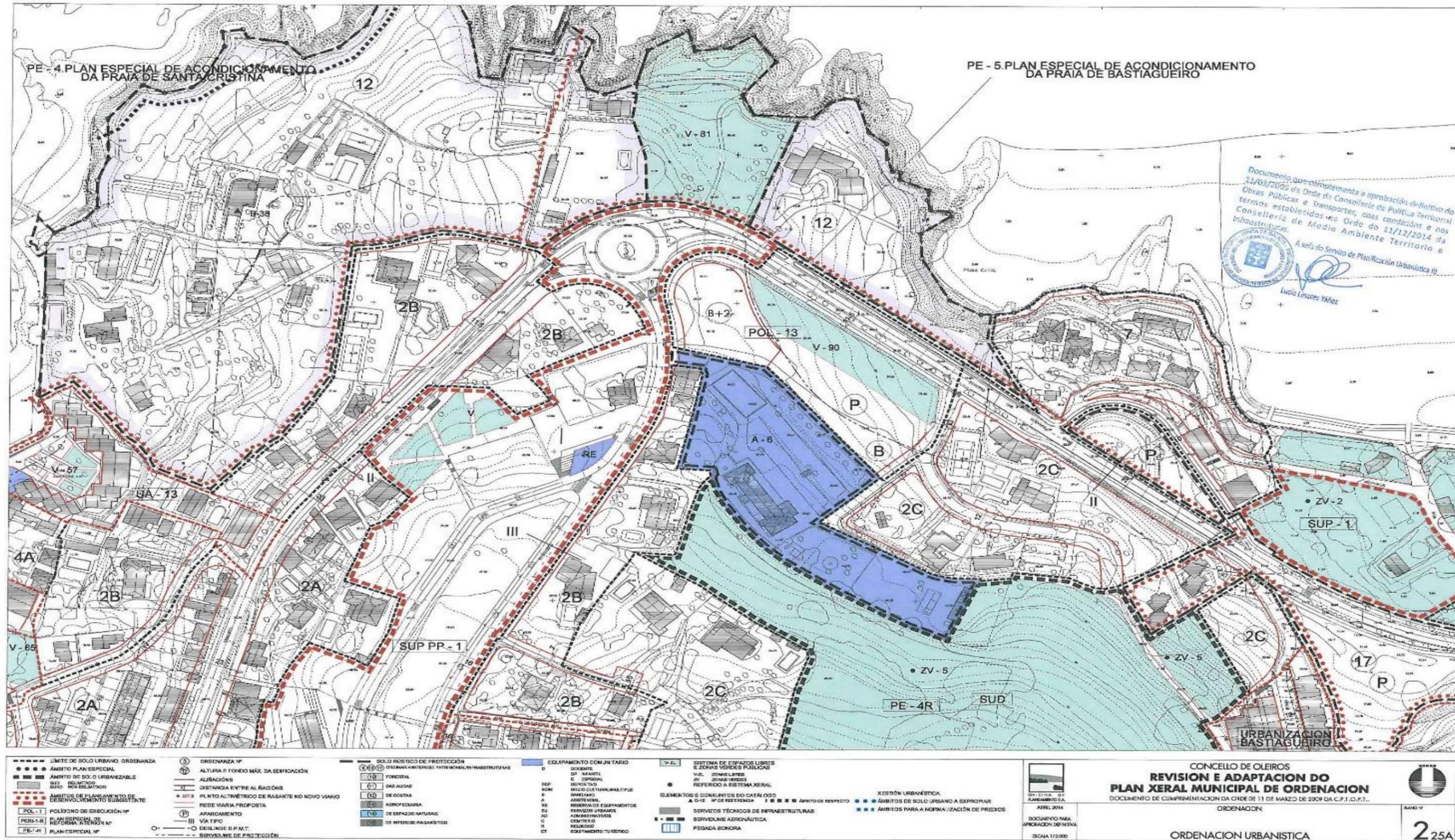
Vista desde el actual paso de peatones del futuro emplazamiento del aparcamiento "B"

3.4 USOS DEL SUELO

El Plan General de Ordenación Municipal del Ayuntamiento de Oleiros es el Documento que complementa la aprobación definitiva del 11/03/2009 de la Orden de la Consejería de Política Territorial de Obras Públicas y Transportes, con los términos y condiciones establecidos en la Orden del 11/12/2014 de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras.

En este Plan se encuentran los diferentes tipos de suelos distribuidos por zonas, y podemos observar una gran superficie que se ha destinado al uso residencial antes de la aparición de normativas más restrictivas con la construcción. Si bien es cierto que se ha ido recuperando el entorno mediante habilitación de zonas verdes y comunes, así como acondicionando todos los servicios auxiliares necesarios (Como sanitarios temporales en época estival y aparcamientos públicos) para el correcto uso y disfrute de esta preciosa localidad costera.

A continuación, incluiremos dos hojas del presenta plan, la 25-A y 25-B, ya que nuestra actuación se encuentra influenciada por la ordenación urbanística que abarca ambos planos.

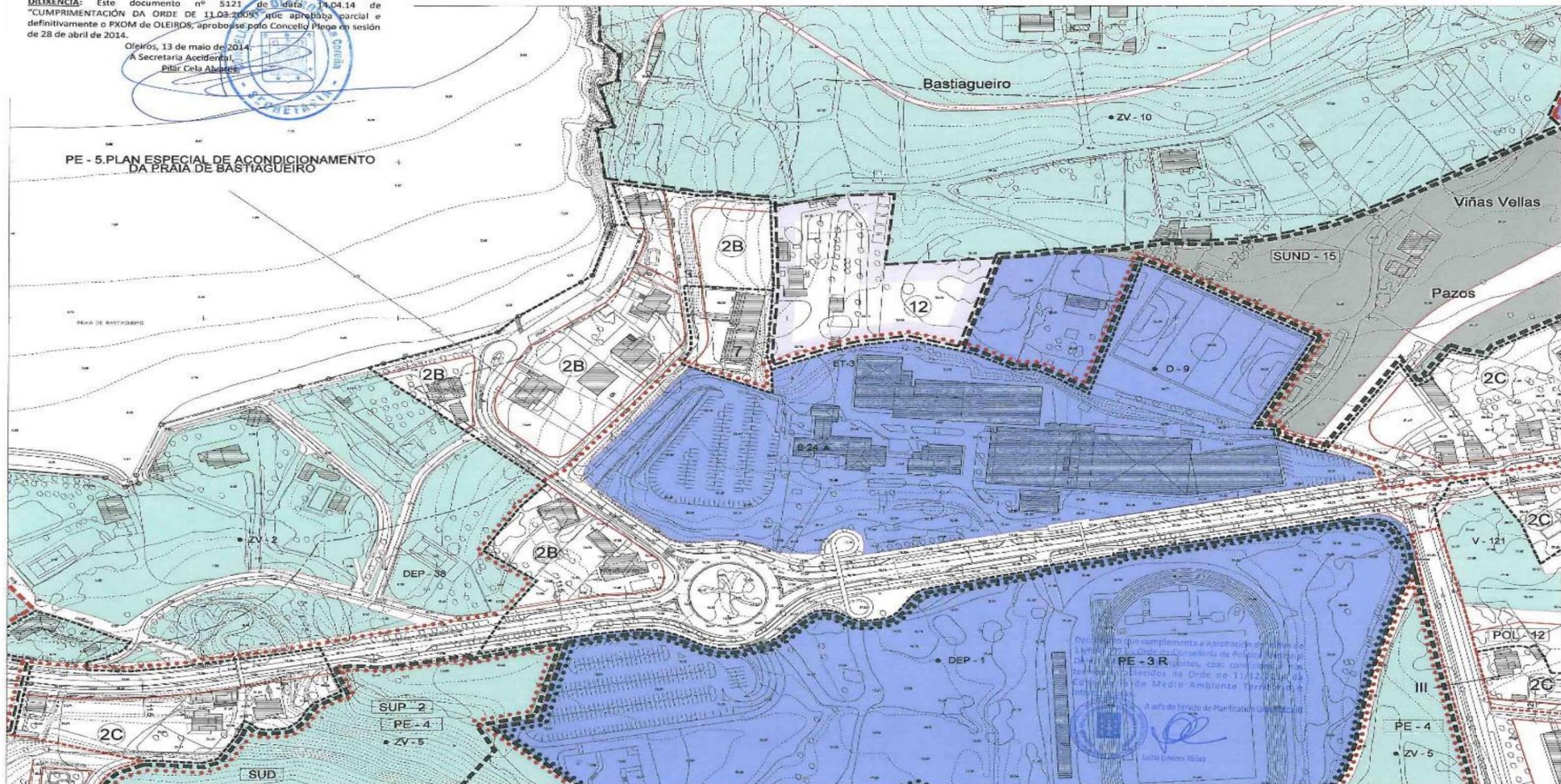


Plano 2-25A de Ordenación Urbanística del Plan General del Ayuntamiento Oleiros

DILIXENCIA: Este documento nº 5121 de data 14.04.14 de "CUMPRIMENTACIÓN DA ORDE DE 11.03.2009" que aprobaba parcial e definitivamente o PXOM de OLEIROS, aproboise polo Concello Pleno en sesión de 28 de abril de 2014.

Oleiros, 13 de maio de 2014.
A Secretaría Accidental,
Pilar Cela Álvarez

PE - 5. PLAN ESPECIAL DE ACONDICIONAMENTO DA PRAIA DE BASTIAGUEIRO



| | | | | | | |
|--|---|--|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> --- LIMITE DE SOLO URBANO, ORDENANZA ●●● AMBITO PLAN ESPECIAL --- AMBITO DE SOLO URBANIZABLE --- AMBITO DE PLANEAMENTO DE DESARROLLO DO SUBSISTENTE --- AMBITO DE EXECUCION Nº --- PLAN ESPECIAL DE ORDENANZA INTERIOR Nº --- PLAN ESPECIAL Nº | <ul style="list-style-type: none"> ○ ORDENANZA Nº ○ ALTURA E FONDO MÁX. DA EDIFICACIÓN ○ ALI. RACIONAIS ○ DISTANCIA ENTRE ALI. RACIONAIS ○ PUNTO ALTIMÉTRICO DE PASANTE NO NOVO VIARDO ○ REDE MARCA PROPIETA ○ APARCAMENTO ○ VÍA TIPO ○ DESLINDE D.P.M.T. ○ SERVIDUME DE PROTECCIÓN | <ul style="list-style-type: none"> ○ SOLO RÉGIMEN DE PROTECCIÓN ○ ORDENANZA INTERIORE PATRIMONIO INFRAESTRUTURAS ○ POTENCIAL ○ ZONAS VERDES ○ DE DOCTINE ○ AGREGACIÓN ○ UN. ANEXAS MULTIFAMILIAR ○ DE INTERESE PATRIMONIAL | <ul style="list-style-type: none"> ○ EQUIPAMENTO COMUNITARIO ○ DOCTINE ○ SERVIDUME DE PROTECCIÓN ○ E. ESPECIAL ○ SOLO DE ALTERNATIVA ○ SANTIAGO ○ A ○ B ○ C ○ D ○ E ○ F ○ G ○ H ○ I ○ J ○ K ○ L ○ M ○ N ○ O ○ P ○ Q ○ R ○ S ○ T ○ U ○ V ○ W ○ X ○ Y ○ Z | <ul style="list-style-type: none"> ○ V.Z. ○ SISTEMA DE ESPAZOS LIBRES ○ E. ZONAS VERDES PÚBLICAS ○ V.Z. ZONAS VERDES ○ ZV ZONAS VERDES ○ REFERIDO A SISTEMA XERAL ○ ELEMENTOS E CONXUNTOS DO CATALOGO ○ A 3-10 M DE REPERTE ○ SERVIDUME TÉCNICOS DE INFRAESTRUTURAS ○ SERVIDUME ACROBATICA ○ PEGADA BONDIA | <ul style="list-style-type: none"> ○ XESTIÓN URBANÍSTICA ○ AMBITOS DE SOLO URBANO A EXPROPIAR ○ AMBITOS PARA A NORMALIZACIÓN DE PRECIOS | <p>CONCELLO DE OLEIROS REVISIÓN E ADAPTACIÓN DO PLAN XERAL MUNICIPAL DE ORDENACIÓN DOCUMENTO DE CUMPRIMENTACIÓN DA ORDE DE 11 DE MARZO DE 2009 DA C.P.T.O.P.T.</p> <p>ORDENACIÓN URBANÍSTICA</p> <p>PLANO Nº 2 25B</p> |
|--|---|--|---|---|--|---|

Plano 2-25A de Ordenación Urbanística del Plan Xeral del Ayuntamiento Oleiros

4. CONDICIONANTES DEL PROYECTO

4.1 CONDICIONANTES FUNCIONALES

La AC-173 constituye un peligro para los viandantes en este tramo, ya que no existe regulación mediante semáforos, y pese a que la velocidad está limitada a 50 km/h, la pendiente y la poca visibilidad no ayudan.

El flujo de tráfico rodado es continuo y no existen pasos cercanos. La función última de la pasarela es permitir el paso de peatones en condiciones de seguridad y comodidad permitiendo el transporte de forma continua. No hemos tenido en cuenta la necesidad de uso por parte de los usuarios de bicicletas ya que a 500 m existe otra pasarela disponible, con rampa incluida, a la altura de INEF, y se ha considerado que ese medio km puede realizarse en apenas 2 min. a un ritmo suave, con lo cual no resulta un impedimento para este tipo de usuarios.

Segregación de flujos de tráfico

Uno de los condicionantes funcionales que obliga a la construcción de la pasarela peatonal es la necesidad de segregación del tráfico peatonal respecto al rodado en este punto de la vía. La intensidad de flujos y la peligrosidad del cruce a nivel así lo requieren, por lo tanto, es necesario generar una diferencia de cota entre ellos para que el movimiento de personas y de vehículos se realice en planos distintos.

Comodidad de uso

Otro aspecto importante será emplazar la pasarela en un lugar que facilite el uso por parte de los futuros usuarios, facilitando el flujo peatonal y dando continuidad a los trayectos de paso más cómodos y evidentes, garantizando así el empleo de esta. Será de vital importancia que tanto la colocación en planta, como la orientación de los accesos, estén correctamente colocados para “invitar” a su utilización. En último caso, si no se diseña correctamente una solución para este problema de acceso, el peatón tiende a tomar el camino más corto y más cómodo, que en este caso será el cruce por el medio de la vía, agravándose el riesgo de seguridad vial que ello conlleva.

4.2 DURABILIDAD

Se deberá proyectar la estructura para que mantenga su seguridad, funcionalidad, y apariencia durante un período de tiempo determinado (Vida útil) estando sometido a las acciones medioambientales sin costes elevados de mantenimiento.

Los aspectos más relevantes que se tendrán en cuenta en este proyecto constructivo serán las posibles afecciones climáticas a nuestra estructura (Entorno), y la seguridad que presentará nuestra construcción frente a posibles impactos relativos al tráfico rodado de la vía AC-173 (Posibles contratiempos)

Entorno

La pasarela se encuentra en un entorno agresivo (Cercanía del mar, elevada humedad y régimen de precipitaciones frecuentes) por lo que los materiales elegibles deberán ser adecuados y estar debidamente tratados para soportar las agresiones a las que esta va a estar sometida. Es importante que al tratarse de una vida muy concurrida se intenten evitar los cortes de tráfico rodado y, de tener que producirse por condicionantes del proceso constructivo, se realizarán en las franjas horarias que menos interfieran en el uso de la vía.

Posibles contratiempos

También se evitarán elementos que no estén diseñados para un posible impacto procedente del tráfico rodado de la vía. Se favorecerá el empleo de tipologías y materiales que puedan resistir perfectamente todas estas agresiones sin que resulte en reparaciones innecesarias, cortes de tráfico e inconveniencias para el transeúnte. Nos encontramos ante una estructura que estará muy expuesta ante cualquier tipo de imprevisto de tráfico por lo que se favorecerán formas y materiales que resistan lo máximo posible sin ocasionar la pérdida de servicio.

4.3 EJECUCIÓN

La tipología de la pasarela escogida deberá afectar en lo menos posible al tráfico. El corte de la vía supondría un estrangulamiento del tráfico entre Coruña y Oleiros, en una zona en la que habitualmente ya se producen retenciones, lo cual generaría retrasos y mayores congestiones, por lo que será uno de los aspectos de mayor importancia para tener en cuenta.

Es posible que una de las mejores opciones para la ejecución del proceso de construcción de esta pasarela sea el desarrollo de la actividad constructiva durante las horas de madrugada, cuando el tráfico rodado es virtualmente nulo, y cuando el corte de uno de los carriles y su regulación mediante un semáforo provisional supondría el mantenimiento de las mismas condiciones de servicio de la vía. En este estudio se ha tenido en cuenta el condicionante de la realización de trabajos durante la noche, de modo que se incluirá el coste añadido en el apartado económico a la hora de ponderar cada una de las alternativas que vayan surgiendo durante el proceso de análisis multicriterio.

En resumidas cuentas, lo que se buscará en esta actuación en este aspecto será una solución con tipología sencilla y rápida de ejecutar, con fases definidas y mano de obra disponible y experimentada.

4.4 CONDICIONANTES GEOMÉTRICOS

Necesidades del Peatón

Con el objetivo de alcanzar unos estándares mínimos de accesibilidad y funcionalidad, será el parámetro fundamental para determinar el ancho de tablero y las rampas de acceso, así como la pendiente longitudinal y transversal de las mismas.

Dichas limitaciones vienen expuestas por una serie de documentos legislativos tanto a nivel Autonómico como Estatal, estos documentos se enumeran a continuación:

- Ley 8/1997, del 20 de agosto, de Accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia
- Decreto 35/2000, del 28 de enero de desarrollo y ejecución de la ley 8/1997
- Instrucción de Carreteras (Norma 3.1-I.C de Trazado)
- Código Técnico de Edificación, Documento Básico SU1, Seguridad frente a riesgo de caídas
- Documento básico de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de espacios públicos urbanizados, Normas Autonómicas (Comunidad Autónoma de Galicia)
- Recomendaciones para el Proyecto y Diseño del Viario Urbano del Ministerio De Fomento

Además, se deberá buscar el encaje geométrico que produzca en el usuario la sensación visual de que el trazado coincide con el camino más corto para realizar el cruce de la vía, con la intención de reducir en mayor medida de lo posible los accidentes causados por la invasión de la carretera por parte de los peatones.

Pendientes de las Rampas de Acceso

La pendiente de las rampas de acceso constituye una de las principales limitaciones tanto de comodidad como de accesibilidad para las personas con movilidad reducida, por lo que se tratará de unos de los aspectos de diseño críticos de esta pasarela.

De acuerdo con el Real Decreto 314/2006 en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad, para permitir el uso de la pasarela a personas con movilidad reducida se establece una pendiente longitudinal máxima en las rampas del 6%.

Según el Decreto 35/2000 que desarrolla y ejecuta la ley 8/1997 y el reglamento que desarrolla dicha ley 8/1997 del 20 de agosto de "Accesibilidad y supresión de barreras" en la Comunidad Autónoma de Galicia, las rampas que se sitúen en los itinerarios peatonales proyectados deberían ser adaptadas en las condiciones establecidas en la base 1.2.4 del código de accesibilidad, según el cual las rampas de longitud mayor de 10 metros deberán tener una pendiente longitudinal máxima del 6% para estar adaptadas, y del 8% para ser practicables.

Para las rampas de longitud comprendida entre 3 y 10 metros, los límites serán del 8% (adaptadas) y del 10% (practicables) respectivamente. En cuanto a las rampas más cortas, se establecen unos límites de 6% y 8%.

Esta normativa indica que cuando las condiciones físicas del lugar en el que se sitúa la rampa no permitan la utilización de las pendientes anteriormente establecidas, se permitirá (con una memoria justificativa) el aumento de un 2% de las pendientes que en cada caso fuesen exigibles.

Aunque la rampa Tenga una longitud superior a 10m, nunca deberá superar los 20m para considerarse adaptada, y deberá ser inferior a 25m para ser practicable. Si las circunstancias exigen el proyecto de rampas de mayor longitud, deberá diseñarse tramos con descansos intermedios de una longitud mínima de 1,5 metros.

En cuanto a la pendiente transversal, la máxima permitida será del 2% para considerarse adaptada y del 3% para que esta sea practicable. A continuación, incorporaremos una tabla con los valores permitidos de las diferentes pendientes en función de las longitudes y consideraciones (Adaptabilidad y practicabilidad).

| | CONSIDERACIÓN DE ADAPTADO (m) | CONSIDERACIÓN DE PRACTICABLE (m) |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| ANCHURA MÍNIMA DE RAMPA | 1,5m | 1,2m |
| LONGITUD MÁXIMA DE TRAMO | 20m | 25m |
| PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA | | |
| L < 3m | 10% | 12 |
| 1 m < L < 3m | 8% | 10 |
| L > 10m | 6% | 8 |
| PENDIENTE TRANSVERSAL MÁXIMA | 2% | 3% |

Cuadro resumen de las dimensiones exigidas para las rampas de acceso

Escaleras

En el caso de que se opte por el empleo de escaleras para los accesos a nuestro paso peatonal, se tendrán en cuenta las normas del Código técnico de Edificación, así como el Documento Básico de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de espacios públicos Urbanizados, Norma autonómica de la Comunidad de Galicia.

En ellos se recogen las dimensiones necesarias de los escalones, tanto en planta como en alzado, para que resulten cómodos de usar, seguros, estables. En definitiva, lo que se busca el fomentar el uso de los mismos mediante la adaptabilidad a un mayor número de usuarios posibles.

En la siguiente tabla del Ministerio de vivienda se recogen las diferentes dimensiones para los escalones establecidas por Comunidad Autónoma.

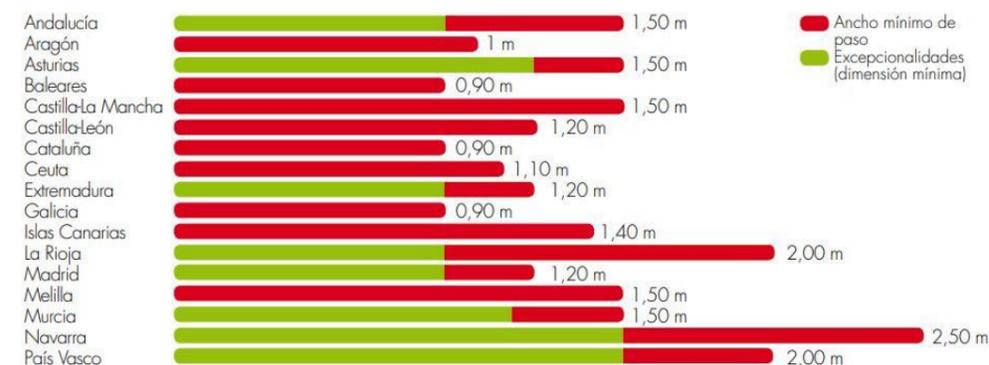
| CC.AA. | Nº máx. de peldaños por tramo (m) | Ancho de paso mínimo (cm) | Contra-huella máxima (cm) | Dimensión de huella (cm) |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Andalucía | 10 | 1,20 | 16 | 30 |
| Aragón | n.d. | 1,20 | Máx. 18,5, Mín. 13 | Max.36, Min. 27 |
| Asturias | 14 | 1,50 | | |
| Islas Baleares | 12 | 1,50 | 16 | 30 |
| Cantabria | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Castilla - La Mancha | 12 | 1,20 | 16 | 30 |
| Castilla - León | Máx. 12, Mín. 3 | 1,20 - 1,10* | Máx. 18, Mín. 15 | Max. 34, Min. 28 |
| Cataluña | 12 | 1,20 | 16 | 30 |
| Ceuta | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Com. Valenciana | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Extremadura | 2,10 m desnivel | 1,20 | 16 a 17,5 * | 30 |
| Galicia | 2,00 m 2,50 m** desnivel | 1,20 - 1,00** | 18 17 ** | 30 25 ** |
| Islas Canarias | 10 | 1,20 | 15 | 30 |
| La Rioja | 10 | 1,20 | 18,5 | 28 |
| Madrid | 14 | 1,20 | 18 | Max. 34, Min. 28 |
| Melilla | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Murcia | 16 | 1,50, 1,20* | | |
| Navarra | Máx. 16, Mín. 3 | N1: 1,50 N2: 1,20 | Máx. 18,5, Mín. 13 | Max. 36, Min. 28, |
| País Vasco | Máx. 12, Mín. 3 | 2,00 | Máx. 15 | Mín.35 |

n.d.: la norma no dispone de información al respecto.
 (*) Excepcionalidad marcada por la existencia de obstáculos puntuales.
 (**) Excepcionalidad determinada por la diferenciación de niveles de intensidad de tráfico o de accesibilidad definida en cada normativa.
 Realizado considerando normativas vigentes hasta 31 de diciembre de 2009.
 Fuente: Elaboración propia

Ancho rampas de acceso y escaleras

El espacio máximo disponible para la circulación de peatones debe ser suficiente para permitir un nivel de servicio adecuado y máxima comodidad sin elevar excesivamente el coste de la pasarela. Cabe destacar que la normativa de la Comunidad de Galicia en cuanto a la anchura libre se queda bastante rezagada respecto a los estándares de otras comunidades autónomas como País Vasco o Navarra, cuyas medidas mínimas para los peatones son mucho más restrictivas, y por tanto favorables para los usuarios. Esto se puede observar en las “Recomendaciones para el proyecto y diseño de Viario urbano” donde se establece la demanda de espacio en movimiento que requerirán los usuarios del paso peatonal.

Fig. 3: Gráfico representativo de los valores mínimos determinados para el ancho libre de paso del itinerario peatonal accesible en las normativas autonómicas. Realizado considerando normativas vigentes hasta 31 de diciembre de 2009.



Nota: Las CC.AA. de Cantabria y Valencia no establecen ancho mínimo para el itinerario de paso peatonal.
 Fuente: Elaboración propia

Tabla del Ministerio de Vivienda de valores mínimos necesarios de anchura libre por CCAA.

Por otra parte, en las “recomendaciones para el Proyecto y diseño de viario Urbano” se describen con mayor precisión las necesidades que tendrá el usuario de la rampa con ejemplos de situaciones reales. Nos ofrece una serie de medidas basadas en la demanda de espacio que existirá por parte de cada usuario con objetos cotidianos que en la mayoría de las ocasiones convierten en obsoletas las medidas mínimas del ministerio de Vivienda.

| SITUACIÓN | ANCHURA RECOMENDABLE (m) | ANCHURA MÍNIMA (m) |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------|
| Movimiento de una persona | 0.75 | 0.60 |
| Persona con cochecito de bebé | 0.90 | 0.80 |
| Cruce de dos personas | 1 | 0.90 |
| Dos personas en paralelo | 1.30 | 1.20 |
| Persona con cochecito y niño | 1.25 | 1.15 |
| Dos personas con niño | 2.25 | 1.80 |
| Cruce silla de ruedas y persona | 1.80 | 1.70 |
| Dos personas con paraguas | 2.40 | 2 |

Tabla 4.3.3 “Necesidades de anchura para el peatón”. Recomendaciones para Proyecto y Diseño de viario urbano.

Será imprescindible percatarse de que la situación más desfavorable en el trayecto peatonal a lo largo de la pasarela se produce en el momento de cruce entre 2 personas con paraguas abierto, siendo el espacio recomendable en este caso de 2.4 metros.

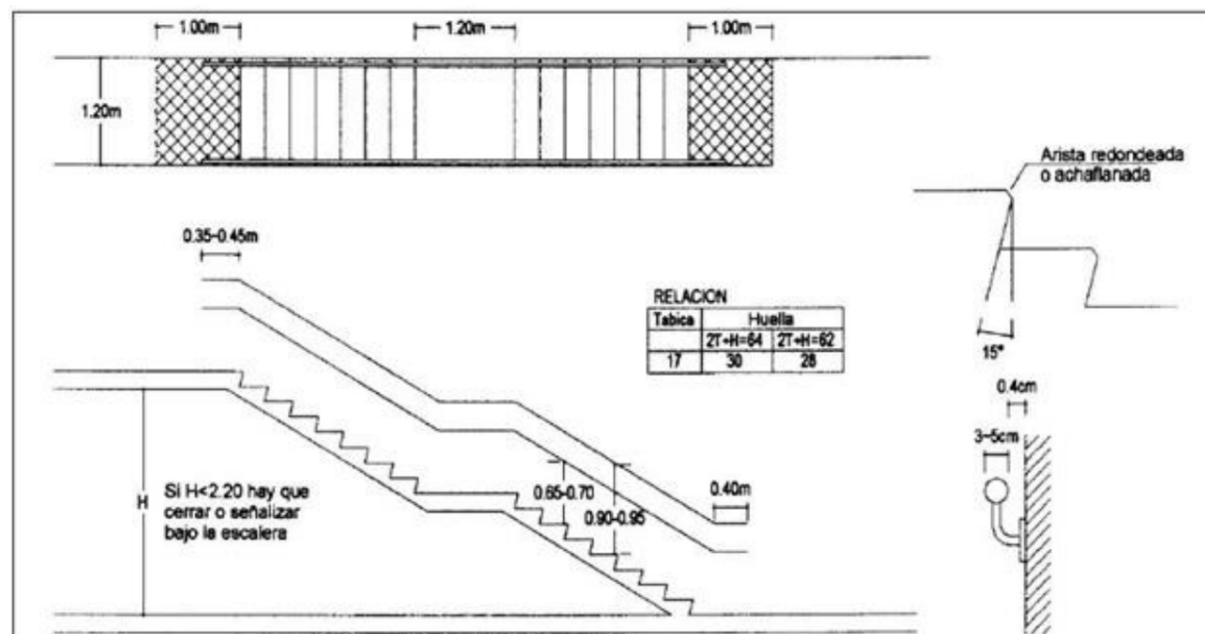
Además se ha de tener en cuenta que según el Decreto 35/2000 de desarrollo y ejecución de la ley 8/1997 de accesibilidad y supresión de barreras, en el cual se indica que las rampas que se sitúen en los itinerarios proyectados deberán estar adaptadas en las condiciones establecidas en la base 1.2.4 del código de accesibilidad según el cual la anchura mínima de la rampa para que se considere practicable debe ser de 1.2 m, y de 1.5 m para que sea adaptada.

Sin embargo, la anchura de la pasarela es uno de los condicionantes económicos más importantes ya que aumenta el peso propio de las mismas, así como el material a utilizar y el espacio que ocupa en planta, con las posibles expropiaciones de terreno que esto podría suponer. Por ello se valorarán en el análisis multicriterio del apartado 5 las diferentes opciones intentando obtener la mayor anchura posible para el peatón, pero teniendo en cuenta todos los demás condicionantes que nos podrán limitar en este tipo de proyecto constructivo.

Barandillas

Las barandillas necesarias son aquellas que vienen impuestas en RD 35/2000 de 28 de enero, cuyas disposiciones generales son:

- Las barandillas deberán estar colocadas a ambos lados de las rampas
- El diámetro de los tubos de las barandillas deberá estar comprendido entre 3-5 cm o sección anatómica equivalente, y estar libre de resaltes.
- Las barandillas deberán situarse a una altura comprendida entre 90 y 95 cm, siendo recomendable la colocación de una 2ª barandilla a una altura comprendida entre 65 y 70 cm.
- Se dispondrá de una protección en los lados libres de las rampas, a una altura comprendida entre 5 y 10 cm.



Representación de dimensiones de escalones y barandillas según RD 35/2000

Gálibo

Será necesario dejar una altura mínima para el paso de los vehículos por debajo de la pasarela peatonal, en este caso la altura viene marcada por la Instrucción de Carreteras (Norma 3.1-IC de trazado, apartado 7.3.7). El gálibo mínimo está fijado en 5.5 metros en el punto más bajo, según la instrucción. Este gálibo para salvar origina la necesidad de largas rampas que, teniendo en cuenta las normas de accesibilidad, se podrán traducir en un mayor inconveniente en el diseño de la pasarela, ya que implicarán rampas largas con recorridos extensos los cuales desincentivarán el uso de la pasarela como trayecto más corto para realizar el cruce.

Es por ello por lo que puede resultar atractivo el empleo de una solución diferente a la rampa de acceso, pero siempre manteniendo el mismo servicio. Por esta razón como diseño alternativo incluiremos la combinación de escaleras + ascensor.

Ascensores

Del mismo modo que ocurre con las rampas y escaleras los parámetros regulados para los ascensores en los espacios públicos urbanizados suelen ser los mismo que los edificios, con diferencia en el ámbito de aplicación. Considerando como espacio público urbanizado al conjunto de espacios peatonales y vehiculares, de paso o estancia, que forman parte del dominio público o están destinados al uso público de forma permanente o temporal.

Según la Orden Ministerial UIV/561/2010 de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados, Disposición 4057 del BOE, número 61 de 2010.

Según el Anexo 6 de accesibilidad de ascensores por CCAA podemos observar como para la comunidad de Galicia existen unas medidas mínimas necesarias que deberemos cumplir para que este sea accesible. Estas medidas en la Comunidad de Galicia corresponden con las mostradas en la siguiente tabla:

| ANCHO MINIMO DE PUERTA | DIM. CABINA (Fondo x ancho) | PASAMANOS CABINA (Altura) | BOTONERA BRAILE (Altura) | SEÑAL ACÚSTICA | DIÁMETRO ESPERA ASCENSOR |
|------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| 0.80 m | 1.20 x 0.90 m | Sí (0.90 m) | n.d. (0.90-1.20m) | Sí | 1.50m |

Dimensiones para Galicia del Anexo 6 "Accesibilidad de ascensores"

Por tanto, se tendrán que incluir estas medidas dentro del diseño de la estructura. Así será imprescindible el empleo de materiales de construcción y tipologías que nos permitan el funcionamiento del mecanismo del ascensor teniendo en cuenta todas las posibles eventualidades, ya que, de introducirse en nuestra solución, será el único medio para muchos peatones con movilidad reducida de realizar el cruce de la vía. A continuación, se dispondrá de la tabla completa de limitaciones de accesibilidad de ascensores para hacerse una idea de las dimensiones mas habituales en todo el territorio nacional.

ANEXO 6

| ACCESIBILIDAD DE LOS ASCENSORES | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|-----------------------------|
| CC.AA. | Ancho mínim. de puerta ¹ | Dim. de cabina (fondo x ancho, m) | Pasamano cabina (altura, m) | Botonera Braille (altura, m) | Señal acústica | Diametro espera ascensor, m |
| Andalucía | 0,80 | 1,00x1,25 | Sí (0,80-0,90) | Sí (1,20) | Sí | n.d. |
| Aragón | 0,80 | 1,40 x1,10 | Sí (0,75-0,90) | Sí (<1,40) | n.d. | 1,50 |
| Asturias | | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Islas Baleares | 0,80 | 1,40 x1,10 | Sí (0,90-0,95) | Sí (1-1,40) | Sí | 1,50 |
| Cantabria | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Castilla - La Mancha | 0,80 | 1,40 x1,10 | Sí (0,90-0,95) | Sí (<1,40) | n.d. | 1,50 |
| Castilla - León | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Cataluña | 0,80 | 1,40 x1,10 | Sí (0,90-0,95) | Sí (1-1,40) | n.d. | 1,50 |
| Ceuta | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Com. Valenciana | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Extremadura | 0,80 | Adap. 1,40 x1,10 Pract. 1,20 x1,00 | Sí (0,90) | Sí (0,95-1,40) | n.d. | Adap. 1,50 Pract. 1,20 |
| Galicia | 0,80 | 1,20 x0,90 | Sí (0,90) | n.d. (0,90-1,20) | Sí | 1,50 |
| Islas Canarias | 0,80 | 1,40 x1,10 | Sí (0,90) | Sí (1-1,40) | Sí | 1,50 |
| La Rioja | 0,80 | 1,40 x1,10 | n.d. | Sí (1,20-1,40) | Sí | 1,50 |
| Madrid | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Melilla | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Murcia | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| Navarra ² | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. | n.d. |
| País Vasco | 0,90 | 1,40 x1,10 | Sí (0,90-1,20) | Sí 0,90 (+/- 0,05) | Sí | 1,80 |

n.d. : La norma no dispone de información al respecto.
¹ Se requiere que las puertas sean automáticas.
² Sólo determinaciones para edificios.
 Realizado considerando normativas vigentes hasta 31 de diciembre de 2009.
 Fuente: Elaboración propia.

4.5 CONDICIONANTES ESTÉTICOS

En la elección de la solución a adoptar tendrá mucho peso el aspecto estético de la solución. Se ha de tener en cuenta de que se su situación es privilegiada, con vistas al mar y a una gran parte de la sección costera de Bastiagueiro, Santa Cruz y Mera. A ello se deberá añadir el hecho de ser uno de los principales puntos de entrada a todos estos municipios por lo que se buscará en aspecto estético un elemento diferenciador representativo del Concello (Siguiendo el ejemplo de la estatua del Ché Guevara, a escaso 500 metros de distancia).

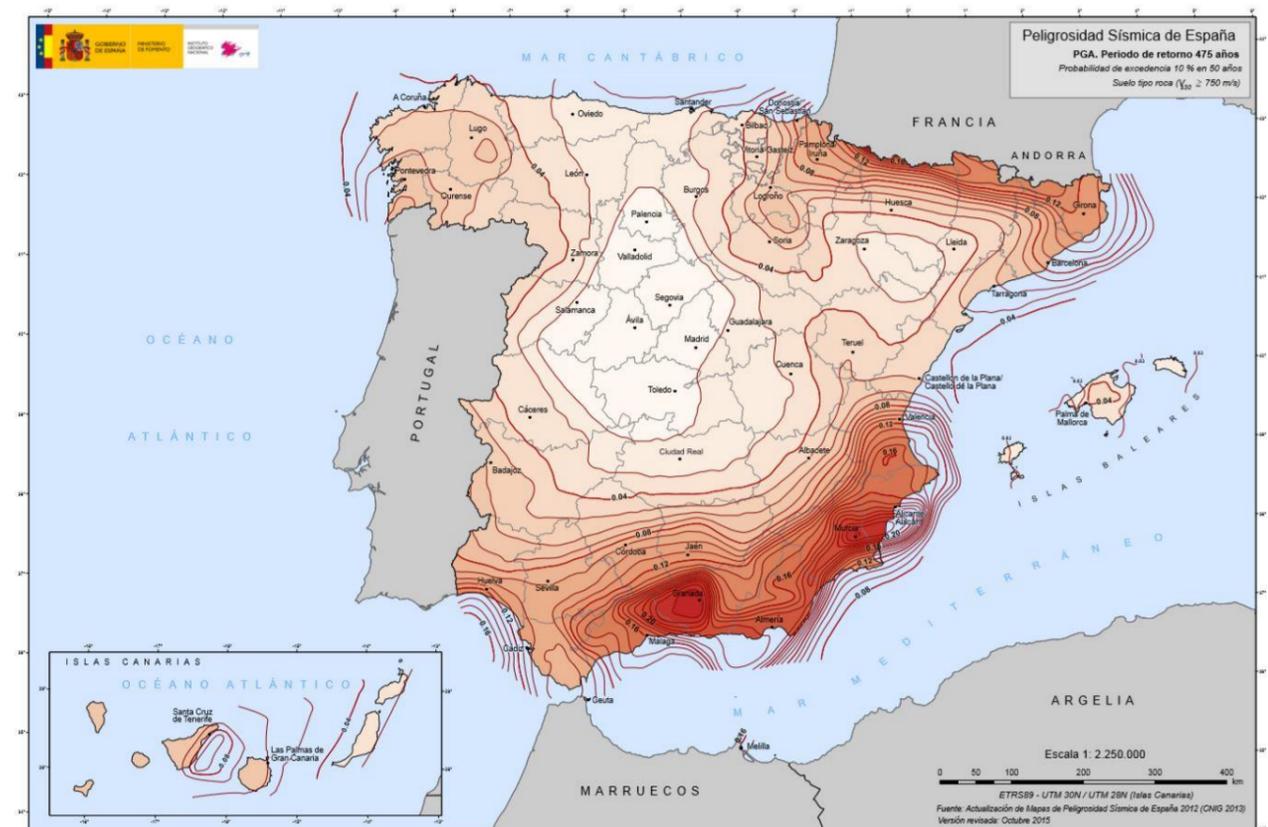
Se deberá buscar una buena integración de los parámetros estéticos con los funcionales, que en ningún caso podrán verse comprometidos. Sera muy importante la búsqueda de formas alternativas con una apariencia moderna, teniendo siempre en cuenta el aspecto medioambiental. Por tanto, deberá tratarse de una pasarela estéticamente atractiva, que se convierta en uno de los puntos de referencia de entrada al Concello y que pueda apreciarse con claridad desde la Playa de Bastiagueiro, sobre que tendrá unas vistas privilegiadas.

4.6 CONDICIONANTES ECONÓMICOS

En todos los proyectos constructivos, el coste es uno de los condicionantes más importantes. Ya no solamente por la cantidad de recursos que son necesarios movilizar para cualquier proyecto constructivo, sino también por la controversia que generan en la población todos los sobrecostes asociados. En este proyecto constructivo se valorarán las alternativas las alternativas teniendo en cuenta las dificultades de construcción y los posibles sobrecostes que se puedan producir por la complejidad de la tipología o material a emplear, siempre priorizando aquellas opciones que puedan aportar presupuestos más cerrados.

Se realizará una valoración económica aproximada de cada una de las alternativas presentadas en función de sus dimensiones y componentes a emplear, así como el diseño y posibles costes asociados al proceso constructivo. Se buscará minimizar los costes dándole prioridad a los aspectos tanto funcional como estético, cuyo peso será elevado debido al carácter y colocación de nuestro proyecto constructivo.

4.7 CONDICIONANTES SÍSMICOS



Mapa peligrosidad sísmica de España en valores de aceleración (Instituto Geográfico Nacional 2015)

La peligrosidad sísmica se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica de la Norma de construcción sismorresistente NCSE-02, que suministra (Expresada en relación al valor de la gravedad) la aceleración básica, valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno.

Puede comprobarse que el valor de la aceleración sísmica básica es inferior a 0.04 g, por lo que de acuerdo con los criterios de aplicación de la norma no es obligado su cumplimiento en construcciones de importancia normal o especial. Por ello se podrá realizar el diseño de la estructura sin tener en cuenta esfuerzos debidos a la sismicidad.

4.8 CONDICIONANTES GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS

Condicionantes Geológicas

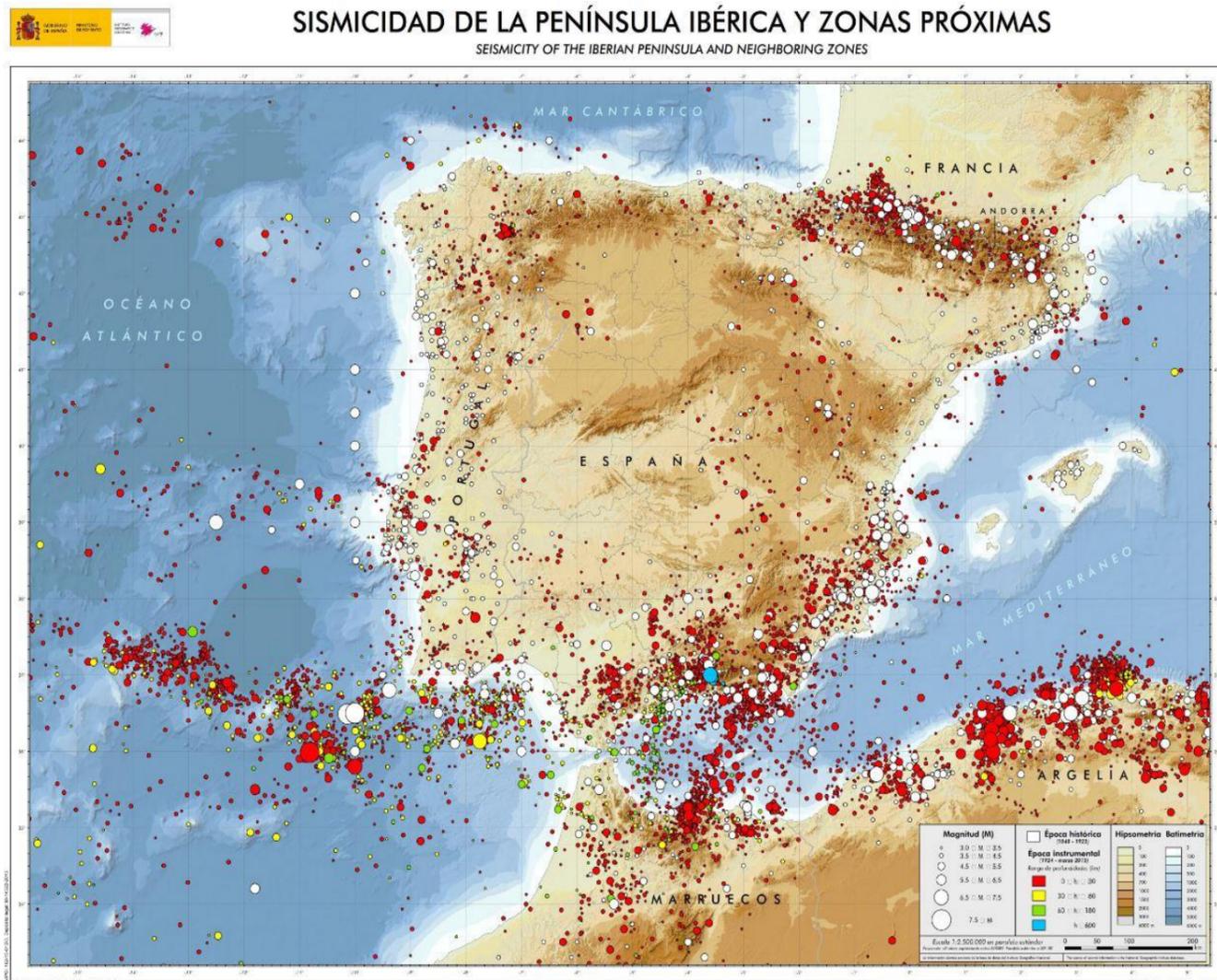
En el mapa geológico se representan la naturaleza de los materiales (rocas y sedimento) que aparecen en la superficie terrestre, su distribución espacial y las relaciones geométricas entre las diferentes unidades cartográficas. Una Ud. Cartográfica geológica es la agrupación una o varias litologías con un rango de edad común que tienen representación en el mapa a una escala o resolución definidas. Cada unidad cartográfica, así como las diferentes estructuras geológicas, están representadas en el mapa con una simbología propia. La representación de estas unidades sobre la base topográfica del mapa proporciona una información tridimensional.

A continuación, se explicará brevemente aquellas características geológicas que nos podremos encontrar en el entorno de nuestra obra, si bien es cierto que el análisis en profundidad se realizará en el anejo es “Estudio Geológico”. En el mapa que se encuentra en la siguiente página se puede observar la existencia de esquistos y cuarzos (Silúrico-Precámbrico), los cuales pertenecen al dominio de la serie de ordenes que se considera que datan del precámbrico (metagravacas, prevalencia de conglomerados, Cuarcitas grafitosas y Esquistos filíticos) y al cuaternario.

Se puede observar que existe prevalencia de conglomerados, que se trata de la capa más próxima a la superficie y la de mayor espesor dentro de la serie de ordenes, por lo que es la de mayor importancia. Se presenta por encima de las cuarcitas. Consta de una primera formación compuesta por matapsamitas (cuarzo, plagioclasa, biotita, moscovita, granate y clorita) y metapelitas (micaesquistos y filitas) de grano fino y color grisáceo. Esta formación se repite periódicamente y está compuesta por espesores inferiores siempre a 1m. En el techo se encuentran huellas de carga que han sido deformadas por acciones tectónicas, y es frecuente que los estratos se presenten en forma de gradas. Por encima de esta primera formación se encuentra un tramo con una potencia aproximada de 300m casi exclusivo de metapelitas. Por último, el tramo superior de la serie de órdenes, con una potencia mayor a 1km y formado por metapsamitas y metapelitas de tono gris y granulometría fina, con una notable presencia de conglomerado (metagravacas, grafitos, cuarzo, plagioclasas y fragmentos de rocas ya compuestas)

Por tanto se ha llegado a la conclusión de que en las proximidades de este proyecto constructivo de una pasarela peatonal nos encontramos en una región perteneciente a esta serie de órdenes, detrítica de gran potencia y con granulometría de tamaño fino. La composición es de tipo gravaca, subgravaca y perilitica, con cuarzos angulosos.

También se puede observar que en las cercanías y alrededores del área en la que se encuentra este proyecto aparece una formación cuaternaria, que se localiza en el cordón litoral y zona de la playa y su entorno, constituido por depósitos arenosos y limosos, así como de una formación del cuaternario reciente compuesta por mantos detríticos con inclusión de cauces actuales.



Mapa de Sismicidad de la Península Ibérica (Instituto Geográfico Nacional 2015)

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LA CORUÑA 21
5-4

LEYENDA

DOMINIO DE LA SERIE DE ORDENES

CUATERNARIO

Q: Cuaternario reciente, arenoso, aluvial con inclusión de cenizas de las erupciones
QD-P: Cuenca lateral, playas de arena
QD-FI: Flecha litoral
QD: Dunas
PC-S: Silíceo-Pedregoso: Esquejes y cuartos

PRECAMBRICO-SILURICO

Serie Ordenes: M: Metagresolitas, Conglomerados, Cuarcitas graníticas, Esquejes silíceos
C: Cambrianos
E: Eozóicos

ROCAS FILONIANAS POSTECTONICAS

RO: Píritos óxidos
D: Doleritas y/o Diabásos
C: Cuarcas

ROCAS GRANITICAS HERCINICAS GRANITOS POSTECTONICOS

G: Granodiorita tóxica con orientación de flujo

ROCAS FILONIANAS PEGMATITICAS

FP: Pegmatitas

GRANITOS INTERFASE I II

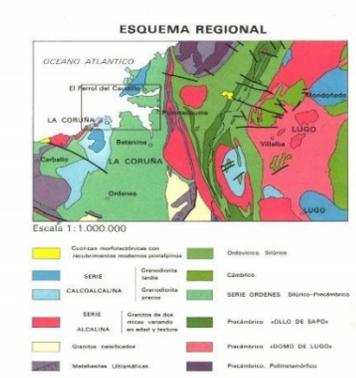
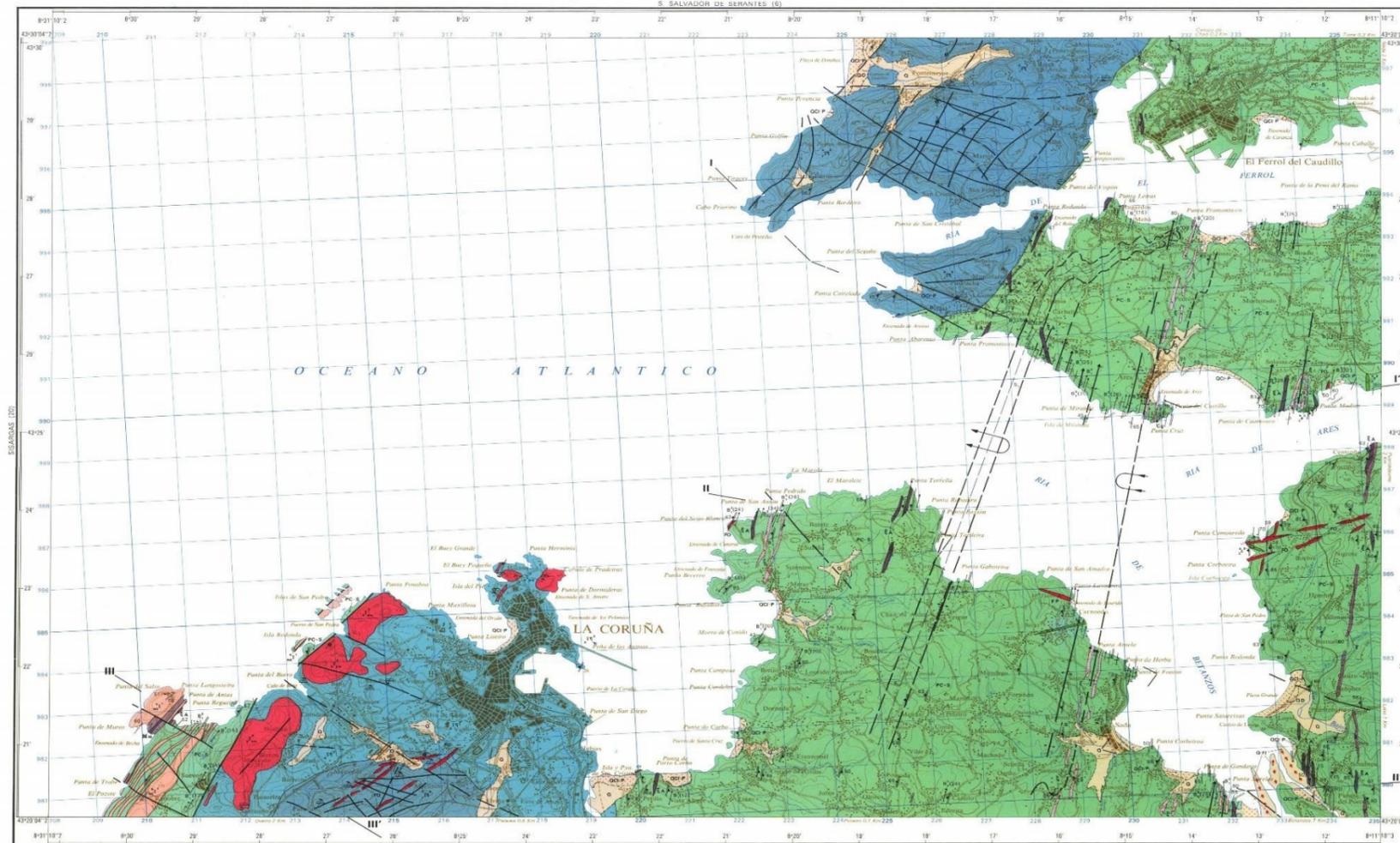
L: Leucogranitos
G: Granodiorita preciza

GRANITOS PRE a SINFASE 1

O: Ortositas

ROCAS FILONIANAS BASICAS ANTEHERCINICAS

EA: Anfibolitas



SIGNOS CONVENCIONALES

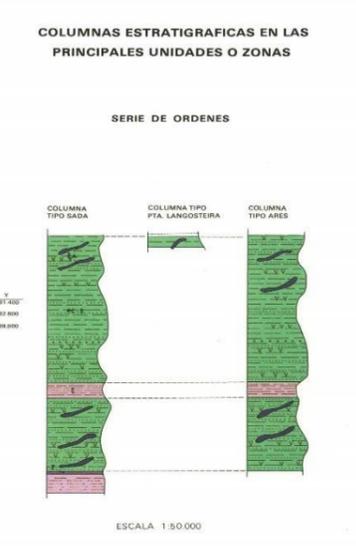
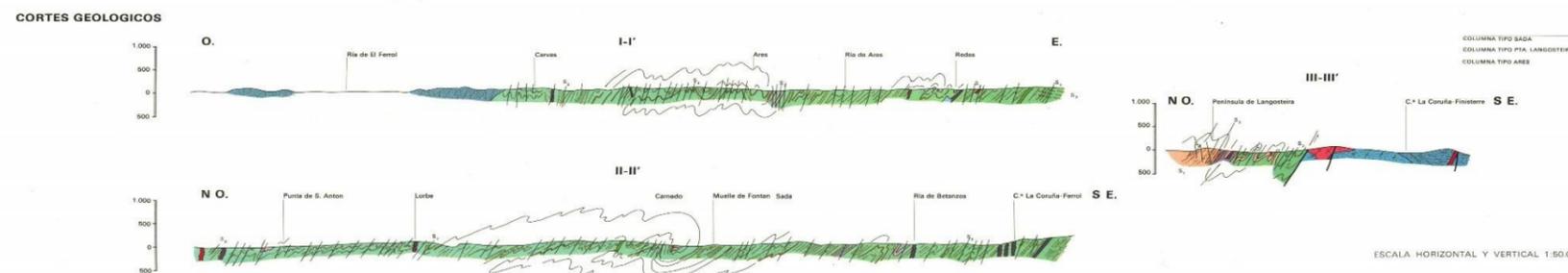
Contacto concordante normal
 Contacto discordante
 Falda
 Falda sujeta
 Anticlinal, anticlinal doblado
 Anticlinal con sentido de basculamiento axial
 Anticlinal vencido
 Sinclinal, sinclinal doblado
 Dirección y sentido de basculamiento de la amesetación de:
 Basculamiento subvertical
 Basculamiento subhorizontal
 Dirección y basculamiento invertido
 Espesoridad de flujo y/o superficie axial de pliegues de 2ª fase
 Espesoridad de fractura y/o superficie axial de pliegues de 2ª fase
 Eje de pliegues
 Espesoridad en rocas graníticas
 Atracción de flujo en rocas graníticas
 Fenestación granítica (-)
 Fenestación granítica (+)
 Huelco coar
 Cámara activa
 Cámara inactiva

EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES: MINISTERIO DE INDUSTRIA
C.S.G.: 1972
Base topográfica, dibujo y reproducción: Instituto Geográfico y Catastral - Depósito legal: M-9.356-1973

NORMAS, DIRECCION Y SUPERVISION DEL IGME
DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME
Victoria Montañán López
Felipe Fernández Pantoja
Madrid 1973

Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Cuadrícula Lambert - Equidistancia de las curvas de nivel: 20 metros
Proyección U.T.M. - Epípedo Internacional

Escala 1:50.000



Condicionantes Geotécnicos

Los condicionantes Geotécnicos aportan información acerca de las condiciones constructivas. Nos ofrece una distribución espacial de unidades cartográficas diferenciadas por sus características y condiciones constructivas determinadas a partir de la composición litológica de los materiales, sus propiedades hidrogénicas y naturaleza geomorfológica. En este apartado solo se explicarán las conclusiones obtenidas en el Anejo de “Estudio Geotécnico”.

El objetivo de este apartado será aportar un punto de vista resumido respecto a los condicionantes de este tipo, obtenidos a partir de estudios de campo con los que se ha elaborado el plano informativo adjunto que se encuentran en la siguiente página.

En dicho plano se incluye una zonación basada en la litología, estabilidad, capacidad de carga y otras propiedades mecánicas y geotécnicas. Mediante color se representan las condiciones constructivas, clasificadas en Muy favorables/ favorables/ aceptables/ desfavorables/ muy desfavorables. La problemática de cada unidad está representada con colores diferentes (Base topográfica procedente del mapa militar de España a escala 1:200000). Como se puede observar la zona en donde se encuentra el área de actuación de nuestro proyecto constructivo tiene puntos verdes sobre blanco, lo que implica que tenemos condiciones constructivas aceptables, con problemas tipo geomorfológicos e hidrológicos. Nos encontramos en el tipo de suelo I2, cuyas características quedarán brevemente descritas a continuación:

“Zona I2: Según el criterio de división y características generales:

En esta zona se incluye un conjunto de rocas orientadas. Con lajosisdad fina, fácilmente alterables en arcillas y finos, de colores marrones ocre y poco resistentes a la erosión, formado por micacitas, micaesquistos y esquistos. En general presenta una morfología entre llana y alomada lo cual favorece parcialmente los deslizamientos, tanto de las monteras de alteración como de grandes lajas de materiales sanos. Sus materiales se consideran impermeables, con ligera permeabilidad ligada a su lajosisdad y a la fácil penetración y erosión del agua a lo largo de los planos de esquistosidad, fenómenos ambos que le proporcionan un aceptable drenaje, así como evita la aparición de zonas de encharcamiento en superficie, no así la acumulación de bolsas arcillosas de alteración en profundidad.”

Se ha llegado a la conclusión, tras conocer la información obtenida de este mapa de características geotécnicas que sus características mecánicas se consideran favorables. Es decir, en este tipo de suelo, en esta zona en concreto se dispone de capacidad de carga alta y magnitud de asiento baja, siempre que se esté sobre roca sana, y desfavorable cuando se esté sobre material alterado (arcilloso y saturado) ya sea en superficie o en profundidad. Por tanto, se consideran las características mecánicas oscilantes en el área del proyecto de medias a altas.

Se han tenido en cuenta la posible aparición de problemas Geomorfológicos/Hidrológicos, según aparece explicado la zonación del mapa geológico. En nuestro caso concreto se considerarán favorables simplemente, ya que se ha podido observar en estudios de campo que la red de escorrentía se encuentra bien marcada, por lo que favorecerá el drenaje activo.

Además de ello se encuentra una extensa red de recogida de pluviales a lo largo de la vía y en las zonas de posible escorrentía, que ayudará a evitar esa clase de inconvenientes constructivos. . Por lo demás, la morfología se suaviza bastante, con pendientes de 3-7%.

En resumen, las condiciones constructivas (con la predominancia en suelo de micacitas, esquistos y rocas de lajosisdad fina) se considerarían como Aceptables a causa de las posibles apariciones de zonas de alteración (Arcillas Saturadas), así como los deslizamientos tanto en monteras alteradas como en rocas sanas, estas últimas a lo largo de los planos de esquistosidad. Pero basándonos en los estudios de campo que evidencian la existencia de un correcto sistema de drenaje el suelo se considerará en condiciones constructivas Favorables.

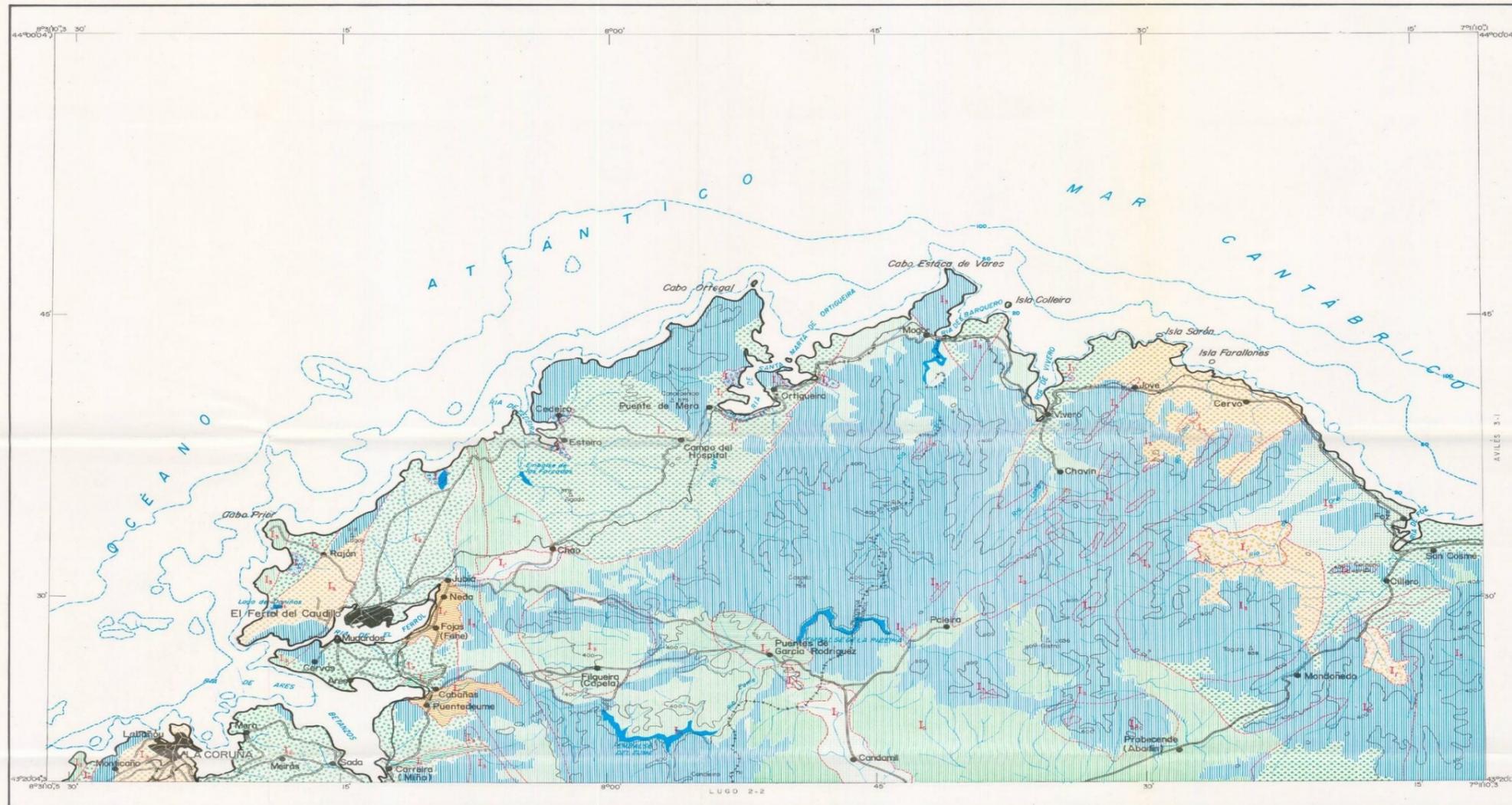
MINISTERIO DE INDUSTRIA
DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE INTERPRETACION GEOTECNICA

| | |
|-----------|-----|
| LA CORUÑA | 2-1 |
| | 1 |



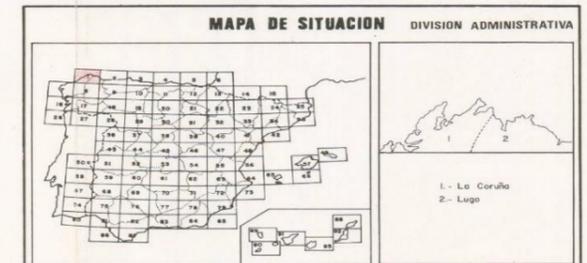
TOPOGRAFIA TOMADA DEL MAPA MILITAR E. 1:200.000

Escala F 200.000

| CRITERIOS DE CLASIFICACION | | | | | | PROBLEMAS GEOTECNICOS | NOTACION |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--|---|-----------------------|----------|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS | PROBLEMAS "TIPO" EXISTENTES | CONCURRENCIA DE 2 PROBLEMAS "TIPO" | | CONCURRENCIA DE 3 PROBLEMAS "TIPO" | CONCURRENCIA DE 4 PROBLEMAS "TIPO" | | |
| Muy Favorables | Litologicos | Litologicos y Geomorfologicos | Geomorfologicos e Hidrologicos | Litologicos, Geomorfologicos e Hidrologicos | Litologicos, Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | De Capacidad de carga | ↓ |
| Favorables | Geomorfologicos | Litologicos | Geomorfologicos y Geotectonicos | Litologicos, Geomorfologicos y Geotectonicos (p.d.) | Litologicos, Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | De Asentamiento | |
| Aceptables | Hidrologicos | Litologicos | Geomorfologicos y Geotectonicos | Litologicos, Geomorfologicos y Geotectonicos (p.d.) | Litologicos, Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Geotectonicos | |
| Desfavorables | Geotectonicos (p.d.) | Litologicos y Geotectonicos (p.d.) | Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Litologicos, Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Varios | |
| Muy Desfavorables | | | | | | | |

| LEYENDA | | |
|--|---|--|
| CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES | CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES |
| Problemas de tipo Litologicos y Geomorfologicos | Problemas de tipo Geomorfologicos | Problemas de tipo Geomorfologicos |
| Problemas de tipo Litologicos y Geotectonicos (p.d.) | Problemas de tipo Geomorfologicos e Hidrologicos | Problemas de tipo Geomorfologicos y Geotectonicos (p.d.) |
| Problemas de tipo Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Problemas de tipo Litologicos, Geomorfologicos y Geotectonicos (p.d.) | Problemas de tipo Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) |
| Problemas de tipo Geomorfologicos, Hidrologicos y Geotectonicos (p.d.) | Problemas de tipo Litologicos y Geotectonicos (p.d.) | |
| | Problemas de tipo Litologicos y Geomorfologicos | |

| REGION | AREA | CRITERIOS DE DIVISION Y CARACTERISTICAS GENERALES |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| RELEVES SUAVES | FORMAS DE RELEVES SUAVES | Se incluyen en ella el conjunto de terrenos de deposicion moderna, formados por productos procedentes de la erosion y arrasamiento fluvial, o marino. Por lo general, su litologia es eminentemente granular -arenas finas y de colores claros- si bien allí donde predominan los aportes fluviales, se entremezclan con arcillas, limos y fangos. Su morfologia es eminentemente llana, apareciendo toda ella sujeta a periodicas inundaciones y a un estado de saturacion total. Estos factores condicionan unas caracteristicas geotecnicas desfavorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos. |
| | FORMAS DE RELEVES SUAVES | Se incluyen en ella el conjunto de terrenos procedentes de la alteracion de las rocas del estrato geologico, acumuladas en los valles continentales y marinos. Por lo general predominan las litologias arenosas, enmenzcladas con limos, arenas, gravas, cantos y lijas de muy diversos tamanos. Su morfologia es sensiblemente llana y sus materiales se consideran en general como impermeables, con unas condiciones de drenaje aceptables que se ven normalmente muy disminuidas por la existencia de un nivel acuifero a pocas profundidades. Sus caracteristicas mecanicas oscilan entre favorables y aceptables en funcion, tanto de la litologia como del entorramiento apuntado nivel acuifero y de los problemas que este plantea. |
| RELEVES MODERADOS | FORMAS DE RELEVES MODERADOS | Se incluyen en ella, un conjunto de rocas orientadas, -con litosidad fina, facilmente alteradas en arcillas y limos, de colores oscuros y marrones, y poco resacas a la erosion-, formadas por micacitas, micaesquistos y esquistos. En general presenta una morfologia que oscila entre llana y alomada, lo cual favorece parcialmente los deslizamientos, tanto de las montañas de alteracion como de grandes bloques de materiales sanos. Sus materiales se consideran impermeables, con una ligera permeabilidad ligada a su litosidad y a la facil penetracion y erosion del agua a lo largo de los planos de segregacion. Los fenomenos arcillos que se producen un drenaje aceptable, así como en la aparicion de zonas de encharcamiento en superficie, no así las acumulaciones de botas arcillosas de alteracion en profundidad. Sus caracteristicas mecanicas se consideran favorables -capacidad de carga alta y magnitud de asentamientos baja-, siempre que se esté sobre roca sana, y desfavorables cuando se está sobre material alterado bien en superficie, bien en profundidad. |
| | FORMAS DE RELEVES MODERADOS | Incluye la cubierta micacitica situada sobre Puentes de Garcia Rodriguez, formada por una pequena capa de aportes modernos -arenas, limos, arcillas y gravas-, que tapiza a la litosidad de arcillas y fangos. Morfológicamente es irregular con pendientes ascendentes desde el centro hasta los bordes, e hidrologicamente muestra una variacion entre la primera capa, bastante permeable, y las inferiores, impermeables. lo que predispone a la aparicion de zonas de encharcamiento. Sus caracteristicas geotecnicas están en funcion directa de las horizontes arcillosos existentes en profundidad, pues si bien, y en general, son aceptables, la aparicion de estos, ocasiona problemas en cuanto a capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos. |
| RELEVES OCLIVOS GALANOS | FORMAS DE RELEVES OCLIVOS GALANOS | Se incluyen en ella el conjunto de rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general, y sobre zonas de alteracion en arenas bastante cementadas, son materiales de alta resistencia a la erosion y muy competentes mecanicamente. Presenta una morfologia acusada con pendientes que llegan en algunos puntos al 3 por ciento y formas abruptas pero redondeadas, esto ligado a la impermeabilidad de los materiales (ligeramente permeables a causa del grado de tectonizacion) condiciona un drenaje favorable. Sus caracteristicas mecanicas son muy favorables, (capacidad de carga alta e inexistencia de asentamientos) pudiendo unicamente aparecer problemas relacionados con las pendientes elevadas y la alteracion de areas de rocas sanas y rocas alteradas en arenas. |
| | FORMAS DE RELEVES OCLIVOS GALANOS | Se incluyen en ella el conjunto de rocas ultrabasicas y metabasicas existentes al N. de la Hoja. Por lo general son materiales competentes, muy fracturados, lijosos y de tonos oscuros. Presenta una morfologia que oscila entre intermedia y montañosa con pendientes que superan en muchos puntos el 20 por ciento, y en la que se observan abundantes fenomenos endogenos, así como las consecuencias de los mismos (fallas, zonas de resaca, desplomes, etc.). Su drenaje por escorrentia superficial, es muy favorable estando los posibles afloramientos de agua ligados a fenomenos tectonicos. Sus caracteristicas mecanicas, favorables en cuanto a resistencia y comportamiento del terreno, se ven disminuidas a causa de las elevadas pendientes y de los problemas relacionados con la fuerte tectonica sufrida. |
| RELEVES AGUADOS | FORMAS DE RELEVES AGUADOS | Se incluyen en ella una serie de terrenos de alta competencia mecanica, dispuestos en fajas y en los que se observan litologias de tipo de esquistos y pizarras. Por lo general presenta una morfologia de abanico o mentafosa, que propiciante el asentamiento normal así como la facil ruptura y la acumulacion de materiales tabulares. Esto, unido a la impermeabilidad general y a la facil erosion de los niveles mas blandos, favorece a la creacion de una amplia red de esorrentia y de un drenaje superficial muy activo. Sus caracteristicas mecanicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de posibles asentamientos, son muy favorables, estando unicamente afectados por los aspectos geomorfologicos que inciden en ella. |
| | FORMAS DE RELEVES AGUADOS | Es una continuacion de la anterior, si bien en ella aparecen una serie de litologias carbonatadas que afectan parcialmente sus caracteristicas hidrologicas y geotecnicas. En general los aspectos morfologicos y mecanicos son similares a los de 1º. Los hidrologicos varian ligeramente por la existencia de niveles de calizas y calcosquistos, parcialmente solubles por el agua, que tras como consecuencia, la aparicion de niveles acuiferos a distintas profundidades, la existencia de zonas arcillosas procedentes de dicha disolucion y la eventual aparicion de coqueles en el subterreno que puede, puntualmente influir sobre las condiciones geotecnicas. |



Mapa Geotécnico Nacional (Hoja 2-1, 1, Escala 1/200000) La Coruña

5. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En este apartado realizaremos una comparación cualitativa entre las diferentes alternativas para concluir cuál de estas resulta la más adecuada como solución a nuestro proyecto constructivo. Mediante análisis multicriterio iremos seleccionando desde el tipo de solución peatonal, hasta los materiales empleados.

5.1 ELECCIÓN DEL TIPO DE PASO PEATONAL

Se empezará por describir cada una de las opciones más comunes en la ingeniería civil para permitir el paso de peatones a través de una vía con tráfico rodado, y en último caso, se realizará una comparación cualitativa de todas ellas en función de los parámetros que se han considerado importantes cualitativamente en este proyecto.

Paso a nivel sin regular

No se trata de una opción válida teniendo en cuenta todos los inconvenientes ya descritos

Paso a nivel regulado por un semáforo

En esta alternativa se plantea la posibilidad de no realizar ningún proyecto constructivo. Simplemente consistiría en la instalación de un semáforo para regular el tráfico, permitiendo así el cruce peatonal de la vía con el tráfico completamente detenido. Éste funcionaría bajo demanda mediante un pulsador para intentar evitar cortes innecesarios.

Teniendo en cuenta las altas velocidades de circulación, así como el flujo continuo de tráfico rodado, esta alternativa supondría un estrangulamiento de la circulación, generando así mayores retenciones de las que ya existen y agravando la situación del tráfico en la AC-173.

Paso subterráneo

En esta alternativa se plantea el flujo peatonal a diferente cota que el tráfico rodado. Un paso subterráneo implicaría una mayor seguridad vial y comodidad tanto para peatones como para vehículos. No obstante, los pasos subterráneos pueden plantear serias dificultades en cuanto a seguridad ciudadana principalmente en lugares alejados del núcleo urbano.

Además, su construcción supondría una dificultad añadida y un coste elevado tanto en el proceso de construcción como en las labores de mantenimiento y cuidado.

En cuanto a sus principales ventajas, tendremos entre otras:

- Apenas existe impacto visual (Solo en accesos)
- Necesarias rampas de acceso o combinación de escalera + ascensor

- Gálibo reducido a salvar (Hasta un 40% menor)
- Uso de elementos prefabricados de Hormigón tipo cajón

En cuanto a sus principales desventajas:

- Ejecución más costosa (1200 €/m²) y cortes de tráfico durante gran parte del proceso
- Movimiento de tierras elevado
- Riesgo de inundaciones (Régimen pluvial y nivel freático)
- Mayor coste de mantenimiento (limpieza e iluminación permanente)
- Sensación de inseguridad (Riesgo de rechazo por parte de usuarios)

Paso superior mediante pasarela peatonal

En esta alternativa también se plantea el flujo peatonal y el tráfico rodado a diferentes cotas. En esta alternativa a AC-173 tampoco se vería afectada en ningún momento por el cruce de viandantes y la vía no sería un impedimento para el paso de personas, se mejorarían ambos flujos. Esta opción implicaría la necesidad de una rampa o una combinación de escalera + ascensor para posibilitar su uso por parte de cualquier peatón, con mayor o menor movilidad. Aquí disponemos de algunas de las ventajas de esta solución:

- Tráfico segregado (Mayor seguridad para conductores y peatones)
- Libertad de diseño y menor coste (700-900 €/m²)
- Accesibilidad y uso preferente por parte del usuario
- Buena iluminación durante el día
- Movimiento de tierras reducido
- Facilidad de construcción
- Menor afección al tráfico rodado durante ejecución (empleo de elementos prefabricados en ciertas secciones que solo requieren ensamblaje en obra)

En cuanto a las desventajas de esta alternativa, destacaremos:

- Mayor impacto visual
- Mayor gálibo mínimo para salvar
- Necesidad de rampa o combinación escaleras + ascensor
- Ejecución con posibles afecciones temporales a los carriles bici y peatonal

| CONCACIONANTES | PASO A NIVEL CON SEMÁFORO | PASO SUBTERRÁNEO | PASARELA |
|-------------------|---------------------------|------------------|----------|
| FUNCIONALES (20%) | 1 | 5 | 5 |
| DURABILIDAD (20%) | 5 | 3 | 4 |
| EJECUCIÓN (15%) | 5 | 1 | 3 |
| I.AMBIENTAL (10%) | 5 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS (20%) | 1 | 2 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 5 | 1 | 2 |
| TOTAL | 22 | 15 | 21 |
| PONDERADO | 3.4 | 2.75 | 3.95 |

Las puntuaciones han sido ponderadas sobre un total de 5 puntos, siendo esta la puntuación más favorable en cada uno de los condicionantes. Por tanto, podemos observar que la mejor alternativa, partiendo de los criterios que hemos descrito anteriormente, consiste en la realización de paso de peatones a diferente cota del tráfico rodado mediante una pasarela peatonal. Ahora se procederá con el análisis de las restantes alternativas.

5.2 UBICACIÓN EN PLANTA

Una vez descritos y expuestos los condicionantes y las carencias existentes en la actualidad en la zona de actuación, se realizará un estudio de la ubicación en planta de la pasarela en función de los recorridos peatonales, la luz a salvar, el espacio necesario para los accesos, y la afección a terrenos adyacentes.

Recorridos peatonales

Estos constituyen uno de los condicionantes más importantes que afectan a la toma de decisión de la ubicación en planta de nuestro proyecto constructivo. Teniendo en cuenta los servicios, paseos peatonales y ciclistas y las áreas residenciales de la zona, se han analizado los itinerarios peatonales más habituales.

Los principales flujos generados en la zona proceden de viandantes que quieren acceder a la playa desde las áreas residenciales al igual que alumnos de la escuela de surf. También se han podido observar un notable uso del paso de cebra actual por parte de los viajeros y estudiantes que se apean en ambas paradas de bus a ambos lados de la vía. A lo largo de este estudio se ha podido cuantificar un gran número de interrupciones en el tráfico rodado debido al uso de este paso de peatones. Se ha llegado a la conclusión que la localización del actual paso de cebra se encuentra en el lugar correcto en cuanto a la intersección de todos los flujos peatonales por lo que mantendremos la situación actual del mismo, manteniendo un margen de 10-15m de espacio disponible en caso de que haya que modificar levemente la situación de las paradas de bus por causa de los condicionantes constructivos de este proyecto.

Espacio necesario para accesos

El espacio necesario para los accesos constituye uno de los principales condicionantes a la hora de encontrar una ubicación en planta para nuestro trazado. Si bien es cierto que es espacio disponible entre la carretera y los paseos es más limitado, longitudinalmente (paralelo a estos) dispondremos de mayores dimensiones. Siempre como prioridad se dispondrán de las rampas de acceso/escaleras orientadas a las paradas de autobús que se encuentran a ambos lados de la vía.

Teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, lo más probable es que se tengan que desplazar la parada de bus entre 15-20m en dirección a Oleiros. Esa actuación previa implicaría la tala de 2-3 árboles y el asfaltado de 10m de explanada para que el autobús tenga un acceso progresivo en su desvío respecto de la vía principal para recoger y dejar viajeros en condiciones de seguridad y comodidad.

Por tanto, en función de la tipología de los accesos que tenga nuestra pasarela esta se proyectará en la situación actual del paso de cebra o se desplazará unos metros en dirección Oleiros para su correcto enlace con los flujos peatonales.

Gálibo a salvar

En cuanto a la altura libre mínima que será necesario dejar para el correcto paso de los vehículos por debajo de la pasarela, no habría ningún inconveniente ni restricción para poder llegar a los 5.5m de gálibo mínimo que la Norma 3.1-IC de trazado de carreteras indica.

Espacio necesario para accesos

El espacio necesario para los accesos constituye uno de los principales condicionantes a la hora de encontrar una ubicación en planta para nuestro trazado. Si bien es cierto que es espacio disponible entre la carretera y los paseos es más limitado, longitudinalmente (paralelo a estos) dispondremos de mayores dimensiones. Siempre como prioridad se dispondrán de las rampas de acceso/escaleras orientadas a las paradas de autobús que se encuentran a ambos lados de la vía.

Teniendo en cuenta las limitaciones de espacio, lo más probable es que se tengan que desplazar la parada de bus entre 15-20m en dirección a Oleiros. Esa actuación previa implicaría la tala de 2-3 árboles y el asfaltado de 10m de explanada para que el autobús tenga un acceso progresivo en su desvío respecto de la vía principal para recoger y dejar viajeros en condiciones de seguridad y comodidad.

Por tanto, en función de la tipología de los accesos que tenga nuestra pasarela esta se proyectará en la situación actual del paso de cebra o se desplazará unos metros en dirección Oleiros para su correcto enlace con los flujos peatonales.

Afección a terrenos adyacentes

Se trata de uno de los aspectos más importantes que forma parte de los condicionantes económicos del proyecto constructivo. Sabiendo de los costes administrativos y legales de las expropiaciones de terrenos, se ha decidido proyectar este paso peatonal evitando cualquier terreno no disponible/perteneciente al ayuntamiento. En cuanto al nuevo aparcamiento que se proyectará por parte del ayuntamiento de Oleiros ya se ha tenido en cuenta ese terreno como accesible, aunque de poder evitarse no se dispondrá en ningún momento de este.

Tipología de Accesos

El tipo de accesos a emplear dependerán directamente del paso peatonal escogido anteriormente. Aquí se han evaluado todas las posibles alternativas de igual forma por si de algún modo se encontrase una solución mas beneficiosa que nos obligase a replantearnos la solución en forma de pasarela.

Las opciones de tipología de accesos son dos, o proyectamos una rampa con la pendiente necesaria para cumplir con los condicionantes de accesibilidad (Que exige mucho espacio en planta) o nos decantamos por una solución de escalera y ascensor, que no solamente cubre al mismo espectro de usuarios, sino que aporta un mayor servicio y comodidad para aquellos que son más vulnerables frente a barreras arquitectónicas.

Independientemente de estos condicionantes, tenemos las limitaciones geométricas propias de las rampas. Como se ha indicado en el apartado anterior (Apartado 4.4 “Condicionantes Geométricos”), se exigen unas pendientes mínimas para que las rampas tengan la consideración de “Adecuadas”. Esas pendientes mínimas nos generarían o bien, una rampa muy larga (De realizarse de forma continua) o una mayor demanda de espacio en planta (de realizarse con descanso en zig-zag). Uno de los principales inconvenientes de la zona en la que se realizará este proyecto constructivo es la escasez del espacio transversal disponible en planta, por ello, la alternativa de realización de la rampa en zig-zag no se contempla como una opción viable. En cuanto a la rampa continua, para satisfacer las pendientes exigidas, implicaría una longitud demasiado extensa, que dejaría el acceso a nuestra pasarela demasiado lejos de los flujos peatonales, lo cuál no favorecería en absoluto el uso de la misma.

Teniendo en cuenta estos aspectos, se ha llegado a la conclusión de que no es adecuado el empleo de ninguna de las tipologías de rampas para satisfacer las necesidades peatonales en este emplazamiento en concreto.

Por tanto, en la realización de este proyecto constructivo se ha decidido optar por la segunda solución (Escaleras + Ascensor). Se ha considerado que es más integradora para el usuario y además nos permite que el acceso a la pasarela se sitúe en el punto donde confluyen todos los trayectos peatonales.

Con este tipo de acceso (Solución de escalera + ascensor), a continuación, se comparan las distintas alternativas de paso peatonal expuestas en el apartado anterior. Ya se ha llegado a la conclusión de que la mejor opción es la pasarela elevada, pero se han querido incluir la mayor variedad de opciones posibles para hacer incapié en que la solución adoptada ha sido la correcta.

En este cuadro comparativo se están relacionando los pasos peatonales con las pequeñas variaciones que se pueden producir en el diseño en planta para encajar en el entorno las diferentes alternativas:

| TIPO DE PASO | TIPO DE ACCESO | SITUACION EN PLANTA |
|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| A NIVEL CON SEMAFORO | NINGUNO | MISMA |
| PASO SUBTERRÁNEO | ESCALERA + ASCENSOR/ RAMPA | MISMA |
| PASARELA SUPERIOR | ESCALERA + ASCENSOR/ RAMPA | DESPLAZAMIENTO + ACTUACIONES PREVIAS |

Como se puede observar en esta tabla, se muestra que la opción por la que nos hemos decantado anteriormente (pasarela peatonal) implicará la realización de algunas actuaciones previas y del desplazamiento del paso peatonal unos 10-15m en dirección Oleiros desde La Coruña.

Se ha tenido en cuenta este inconveniente, con la planificación, el coste que supone y los trabajos previos que requiere, y las ventajas que se obtienen con la realización de este tipo de accesos suponen una mejora tan significativa para los peatones que se estimado necesario asumir esas actuaciones previas. De todos modos, las actuaciones que se están planteando consisten en unos pocos metros de asfaltado y la tala de 2-3 árboles, lo cual influye poco o nada en el montante final del presupuesto y en el tiempo de ejecución a necesitar.

5.3 MATERIALES A EMPLEAR

En cuanto a la elección del material que emplearemos en nuestro paso elevado se han tenido en cuenta aquellos que son más comúnmente empleados en la ingeniería civil para la construcción de pasarelas peatonales, como son madera, hormigón, acero y la combinación de estos. A continuación, se describirán brevemente las principales cualidades e inconvenientes de cada uno de ellos, con una valoración orientada a nuestro proyecto constructivo.

Madera

De los anteriores sería el material más integrado en el medio que ambiente, con un menor impacto ambiental (Al menos visualmente), pero con propiedades resistentes y durables menos adecuadas que otros. El hecho de añadir un ascensor para permitir el uso por parte de personas con movilidad reducida implica que este material no sea el idóneo para resistir esas cargas estructuralmente.

Entre sus principales cualidades tendríamos:

- Integración con el entorno y sostenibilidad
- Discreción visual
- Facilidad y rapidez de montaje

Entre sus características menos deseables nos encontraríamos, por otra parte:

- Estructura y apoyos no ideales por necesidad de uso de ascensor (Maquinaria y cargas añadidas)
- Degradación en ambiente con exposición cercano al mar
- Necesidad de mantenimiento periódico elevada
- Inferior resistencia respecto a impactos de vehículos (Cercanía a la vía)
- Precio más elevado (Necesaria madera con características muy concretas como el Nogal, de alto coste)
- Mano de obra muy especializada

Hormigón

Uno de los principales materiales utilizados en la construcción y en la ingeniería civil.

Además de sus características resistentes (a compresión) nos permitiría su empleo tanto en elementos prefabricados como en hormigón armado (con acero), lo cual facilitaría mucho la ejecución, entre otras cualidades tendríamos:

- Estructuralmente muy seguro (con mayor resistencia a impactos de vehículos, el material empleado en los pilares de todos los aparcamientos)
- Posibilidad de uso de elementos prefabricados y de combinación con acero (H.A)
- Tiempos menores de colocación (En caso de uso de elementos prefabricados)
- Mayor resistencia, con mantenimiento casi nulo
- Libertad de diseño y múltiples formas

Por el contrario, este material tendría algunas desventajas en cuanto a su uso

- Mayores tiempos de colocación (En caso de necesitar hormigonado i situ, fresco)
- Mayor impacto ambiental y visual
- Implicaría un canto en el tablero demasiado grande, por lo que se descartaría para este elemento

Acero

Otro de los materiales por excelencia de uso más extendido en la ingeniería civil. Con una combinación de propiedades difícilmente igualables por parte de otros materiales. La versatilidad de diseños que nos permitiría el acero complementa sus excelentes cualidades resistentes, tanto frente a esfuerzos a tracción como a compresión.

Principales cualidades:

- Estructuralmente muy seguro (Esfuerzos a tracción y compresión)
- Compatibilidad con elementos de hormigón (Se complementan)
- Tiempos cortos de montaje en obra
- Menor impacto visual que otros materiales
- Nos permitiría un canto mucho menor (más esbelto) en el tablero de la pasarela

Por contra algunas de sus características menos deseables serían:

- Estructura completa de acero poco atractiva visualmente, aspecto industrial (Pasarelas de Perillo)
- Corrosión en ambiente agresivo (Necesidad de protección)
- Necesidad de mantenimiento adecuado, aunque inferior a la madera
- Necesidad de personal especializado para correcto montaje y realización de las uniones (Puntos críticos)

Mixtas

En este apartado se han decidido incluir la combinación de los materiales anteriormente descritos. Si bien es cierto que entre ellos son todos compatibles y existen numerosos ejemplos de estructuras y construcciones en las que se han empleado combinaciones de Madera + Hormigón y Madera + Acero, es mucho más habitual encontrarse las

estructuras Mixtas compuestas por el tándem Acero + Hormigón. En general siempre será más sencillo encontrar mano de obra adecuada y especializada en tipologías estructurales que se emplean más a menudo.

Independientemente de que tanto el hormigón prefabricado como el hormigón armado ya son de por sí un material mixto que combina ambos elementos, se tendrán en cuenta en este análisis multicriterio como materiales en sí mismos.

Para las estructuras mixtas, por tanto, se han considerado las características más favorables de cada uno de estos dos materiales (Hormigón y acero), empleándose en partes diferentes de nuestra pasarela peatonal.

Se ha llegado a la conclusión de que se podrían aprovechar mejor las características del Hormigón en los pilares de nuestra estructura, soportando tanto al tablero como al mecanismo del ascensor, y que el acero podría trabajar mejor siendo empleado en el tablero de la pasarela y en la plataforma del mirador.

A continuación, se realizará un análisis multicriterio para determinar los principales materiales a emplear en la estructura de nuestro proyecto constructivo:

| CONDICIONANTES | MADERA | ACERO | HORMIGÓN | MIXTA (TABLERO ACERO + PILARES HORMIGÓN) |
|---------------------------|--------|-------|----------|--|
| RESISTENCIA (20%) | 3 | 5 | 5 | 5 |
| MANTENIMIENTO (20%) | 2 | 3 | 4 | 5 |
| FACILIDAD EJECUCIÓN (15%) | 5 | 4 | 4 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL (10%) | 5 | 3 | 2 | 2 |
| ESTÉTICOS (20%) | 4 | 1 | 1 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 2 | 2 | 2 | 3 |
| TOTAL | 21 | 18 | 17 | 23 |
| PONDERADO | 3.35 | 3 | 3.1 | 4.05 |

Puntuaciones ponderadas realizados sobre 5, siendo este la puntuación más favorable en cada condicionante.

Por lo tanto, en función de los resultados obtenidos en nuestro análisis multicriterio, se ha podido observar como la combinación de Hormigón para los pilares con Acero para el tablero de la pasarela es aquella que satisface los condicionantes que se han marcado para la realización de este proyecto constructivo.

Se ha de tener en cuenta que se emplearán más materiales en esta pasarela peatonal, aún no se ha determinado en que material se realizarán las escaleras, pero es seguro que se tratará de uno de estos dos. Además, se empleará vidrio para realizar la cubrición de algunos elementos en la pasarela, tales como la salida del ascensor y algún tramo intermedio del tablero para que ejerza de protección contra el viento y la lluvia.

También es posible que se realice algún tipo de acabado ornamental en el hormigón para mejorar la estética de este, o incluso la aplicación superficial de piezas de otro material para dotarlo de una superficie más atractiva y ornamental.

De todos modos, la utilización de este tipo de materiales no ha sido juicio de análisis multicriterio ya que aquí solo se han comparado los elementos principales y estructurales. Durante el proceso de diseño y ejecución se decidirán los detalles restantes de nuestro proyecto constructivo.

Es importante destacar que no se ha contemplado la posibilidad de emplear vidrio con acero en los pilares del ascensor, como en muchas otras pasarelas peatonales y elevadores públicos que se han podido observar en otros lugares, por precaución.

En primer lugar, porque la seguridad que nos proporciona el hormigón armado/prefabricado frente a impactos de vehículos es incomparable con otros materiales ya que permite la continuidad de uso de la pasarela, aunque se produzca un impacto directo proveniente de la AC-173, ya que nuestro proyecto se encuentra a pocos centímetros de esta. Por eso es el material más seguro frente a impactos (empleado en los aparcamientos, según CTE).

En segundo lugar, se ha evitado esta tipología de estructura porque al encontrarse en una zona apartada del núcleo urbano, pese a disponer de un gran uso por parte de los viandantes durante el día, por la noche no es utilizada. Y se han intentado evitar posibles destrozos y actos de vandalismo como ya han ocurrido en numerosas marquesinas y zonas públicas en las que han aparecido rotos los cristales (Como aquellos empleados en zonas comunes en la zona de la Marina, en el centro histórico de la ciudad de la Coruña)

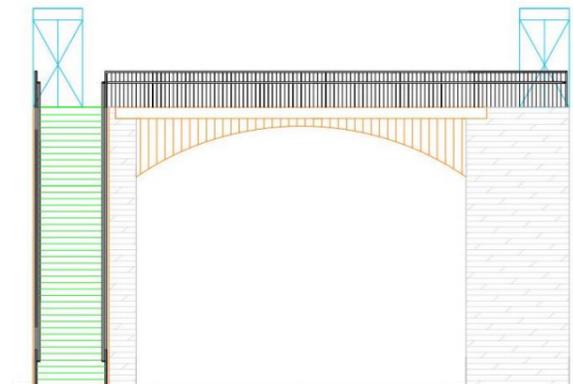
Ambos factores se han considerado determinantes a la hora de no emplear esta combinación de materiales, aunque también habría sido posible su empleo y seguramente habría permitido un diseño más liviano y luminoso.

5.4 TIPOLOGÍA DE TABLERO

Mediante los análisis multicriterio previos se ha llegado a la conclusión de que la mejor alternativa posible para la realización de la estructura del tablero sería en acero. En este último análisis se terminará por describir nuestra pasarela peatonal indicando cual es la tipología que mejor se ajusta a los condicionantes de nuestro proyecto.

Pasarela en arco con tablero superior

Alternativa compuesta por arcos simétricos que soportan al tablero, el cual está compuesta por una serie de vigas cruzadas sobre las que se disponen unas placas de hormigón prefabricado con bovedillas que constituyen el paso peatonal. En esta alternativa se produce la yuxtaposición de elementos longitudinales en y transversales para alcanzar la resistencia necesaria para soportar el tablero.

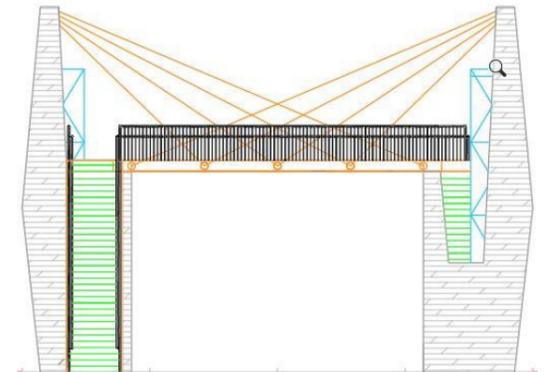


Se pueden destacar de entre los principales inconvenientes de esta tipología:

- Mantenimiento periódico por la cantidad de pequeños elementos de Acero (frente a corrosión)
- Diseño más costoso
- Pérdida de gálibo por causa de los arcos concéntricos, que se deberá solucionar o bien aumentando la altura del tablero o bien alargando la pasarela para que se permita el paso a los vehículos cumpliendo la altura mínima de 5,5 metros.
- Ejecución y mantenimiento de las uniones, que serán muchas ya que el arco está integrado por piezas relativamente pequeñas que necesitan estar correctamente enlazadas.

Pasarela atirantada

Alternativa compuesta por unos tirantes que soportarían el peso del tablero. Por un lado, tendría una menor presencia volumétrica y se vería mucho más liviana. Estéticamente se trataría de la propuesta más atractiva, siendo esta su principal atributo. El inconveniente principal es el coste general, no solo constructivo.

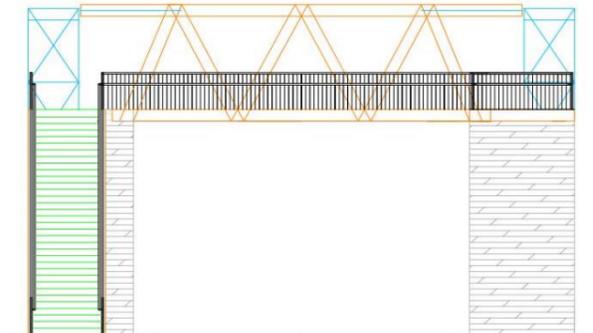


Entre sus características menos deseables encontramos:

- Mayor dificultad de construcción de la pasarela completa
- Mayor coste de ejecución del tablero de por sí
- Diseño y cálculos más complejos
- Necesidad de anclajes en pilares de hormigón para el sustento del tablero
- Necesaria ejecución óptima y un continuo mantenimiento de anclajes para condiciones climáticas adversas
- Requiere mayor complejidad a la hora de integrar elementos atirantados con mecanismo de ascensor
- Mayor complejidad al integrar las cubiertas con los cables

Pasarela en celosía metálica

En esta alternativa en el vano principal se emplea un tablero en celosía de acero tipo cajón. Con cordones superiores e inferiores soportando los esfuerzos a tracción y compresión, y con los elementos en diagonal convirtiendo los cortantes en axiles. Esta alternativa combina perfiles longitudinales y transversales que soportan el tablero mediante una celosía metálica. A priori será la alternativa más interesante por su facilidad de fabricación, montaje y cálculo.



Nos permitiría mantener la altura mínima de gálibo sin problema ya que trabaja con perfiles más esbeltos y con los elementos de protección y mantenimiento adecuado mantiene sus propiedades resistentes de forma correcta a lo largo de su vida útil.

En comparación con las otras dos alternativas, las ventajas de esta alternativa serán:

- Esbeltez y mantenimiento de gálibo sin aumento de material ni longitud
- Fácil mantenimiento sin pérdida de servicio
- Diseño que permite y facilita la integración de la cubierta de vidrio a la salida del ascensor, así como en tramos intermedios por sus formas simples y rectas.
- Mayor sencillez y facilidad de cálculo y ejecución

Por otro lado, respecto a otras alternativas, tiene aspectos que no juegan a su favor como:

- Necesidad de mano de obra especializada para la realización de las uniones (elementos críticos)
- Mantenimiento de las uniones
- Protección frente a corrosión
- Necesidad de mano de obra especializada

| CONDICIONANTES | ARCO | ATIRANTADA | CELOSÍA |
|-------------------------|------|------------|---------|
| RESISTENCIA (20%) | 5 | 4 | 5 |
| MANTENIMIENTO (20%) | 3 | 2 | 4 |
| EJECUCIÓN (15%) | 3 | 3 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL (10%) | 3 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS (20%) | 4 | 5 | 4 |
| ECONÓMICOS (15%) | 3 | 2 | 5 |
| TOTAL | 21 | 19 | 25 |
| PONDERADO | 3.6 | 3.25 | 4.25 |

Puntuaciones ponderadas realizados sobre 5, siendo este la puntuación más favorable en cada categoría.

Por lo tanto, como resultado del último de los análisis multicriterio que se han llevado a cabo en este proyecto en cuanto a la figura a emplear en el tablero, se ha llegado a la conclusión de que la mejor tipología para la pasarela es una celosía metálica.

Finalmente queda descrito el último elemento constructivo, tratándose al final de una Pasarela Mixta (Acero + Hormigón) con Ascensor y escaleras, desplazada 10-15m en dirección Coruña-Oleiros respecto a la situación actual del paso de peatones, y con el tablero en celosía.

A Continuación, se incluirá un cuadro resumen que incluirá cada uno de los apartados anteriores para la representación general de todos los análisis multicriterio de forma esquemática en la página siguiente.

ANÁLISIS MULTICRITERIO GENERAL

| CONDICIONANTES | TIPO DE PASO | | | MATERIALES | | | | TIPOLOGÍA DE TABLERO | | |
|-----------------------------|---------------------------|------------------|------------------|------------|-------|----------|------------------|----------------------|------------|---------|
| | PASO A NIVEL CON SEMÁFORO | PASARELA ELEVADA | PASO SUBTERRÁNEO | MADERA | ACERO | HORMIGÓN | ACERO + HORMIGÓN | ARCO | ATIRANTADO | CELOSÍA |
| FUNCIONALES / RESISTENCIA | 1 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| DURABILIDAD / MANTENIMIENTO | 5 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5 | 3 | 2 | 4 |
| EJECUCIÓN | 5 | 3 | 1 | 5 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| IMPACTO AMBIENTAL | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| ESTÉTICOS | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 4 |
| ECONÓMICOS | 5 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| TOTAL | 22 | 21 | 15 | 21 | 18 | 17 | 23 | 3 | 2 | 5 |
| PONDERADO | 3.4 | 3.95 | 2.75 | 3.35 | 3 | 3.1 | 4.05 | 3.6 | 3.25 | 4.25 |

En este cuadro se han reunido todos los análisis multicriterio del apartado en un cuadro resumen en donde se pueden observar en verde las mejores valoraciones obtenidas sobre 5

ANEJO Nº 8: CÁLCULO ESTRUCTURAL

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN

2. NORMATIVA

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

3.1 Generalidades

3.2 Tablero

3.3 Pavimento

3.4 Pilas

3.5 Aparatos de Apoyo

3.6 Cimientos

3.7 Barandillas

4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR

4.1 Hormigón

4.2 Acero en Barras

4.3 Ejecución

4.4 Aceros Laminados

4.5 Ensayos a realizar

4.6 Asientos Admisibles

5. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

5.1 Valores Característicos de las Acciones

5.2 Valores Representativos de las Acciones

5.3 Valor de las Acciones

5.4 Combinación de las Acciones

6. CÁLCULO CON MODELOS Y DEMAS DATOS INTRODUCIDOS EN CYPE

6.1 Listados de Cálculo

1. Introducción

El presente anejo tiene como finalidad definir la estructura proyectada dimensionando y comprobando todos los elementos que la componen. Se describen tanto la normativa como los materiales utilizados, se muestra el modelo de cálculo empleado y las acciones consideradas sobre el mismo, así como las combinaciones necesarias para realizar las comprobaciones pertinentes. También se realizan los cálculos necesarios para el dimensionamiento de los elementos de cimentación.

2. Normativa

La normativa empleada para realizar los cálculos y comprobaciones del presente anejo es la siguiente:

- Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)
- Instrucción de acero estructural (EAE-11)
- Recomendaciones para el proyecto de puentes metálicos para carreteras (RPM-95)
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07)
- Código Técnico de la Edificación (CTE)

3. Descripción de la Estructura

3.1. Generalidades

La pasarela está compuesta por tres tramos diferenciados, dos de los cuales son rampas y un vano de cruce de la carretera, siendo los tres tramos rectos.

El vano principal tiene una longitud de aproximadamente 9 metros, siendo la distancia máxima entre apoyos de la misma longitud. En cuanto a las rampas de acceso, ambas son idénticas y se elevan hasta alcanzar una altura de 5.5 m, siendo la longitud que ocupan en planta la de 11.90 m.

La estructura se sostiene mediante apoyos en V compuestos por pilas metálicas conformadas por perfiles IPE 240 metálica, y por pilares de hormigón armado que sostienen la estructura sobre la que se asienta el ascensor y las salidas tanto del mirador como de las rampas de acceso.

3.2. Tablero

El tablero presenta un esquema de estructura en celosía, siendo todos los perfiles metálicos que lo conforman iguales, IPE 200. Tras realizar el dimensionamiento mediante el modelo de cálculo Cype 3D, se obtuvo una estructura heterogénea con hasta 3 perfiles diferentes. Pero teniendo en cuenta la complejidad que puede resultar a la hora de realizar tanto la fabricación como el proceso constructivo, se ha decidido realizar un diseño conformado con elementos iguales, resultado como perfil ideal (dentro de la tipología de perfiles IPE que hemos escogido) el IPE 200.

El tablero está formado por cuatro cordones longitudinales (dos superiores y dos inferiores), estando los inferiores apoyados mediante neoprenos zunchados en la estructura de hormigón armado. Además, los cordones superior e inferior se encuentran unidos mediante perfiles conformando un diseño triangular. Por otra parte, cada cordón inferior está arriostrado lateralmente con el otro mediante celosía, y lo mismo ocurre con los superiores.

La separación entre ejes de las vigas longitudinales es de 2.3 metros, siendo el ancho total del tablero de 2,50 m. Las vigas longitudinales están unidas mediante unas barras perpendiculares a estas separadas a intervalos regulares de distinta longitud dependiendo de cada tramo, pero de forma simétrica.

Todas las barras están resueltas mediante una sección en "H" IPE 200, cuyas características se describen a continuación. Constan de un alma de 5.6 mm y un espesor de ala de 8.5 mm, siendo la altura de los mismos 200 mm y la anchura de las alas de 100 mm.

3.3. Pavimento

Es el elemento que va a recibir directamente las sobrecargas de uso y está formado por una chapa grecada que realiza la función de encofrado perdido del hormigón de la losa y de armadura de momentos flectores positivos una vez ha fraguado el hormigón, y por una capa de hormigón HA-25 de 16cm de espesor, ocupando todo el espacio que se encuentra entre la chapa grecada y el borde del perfil IPE 200. La conexión del forjado de chapa colaborante con las vigas transversales del tablero se realiza mediante

conectores CTF 12/90 cada viga transversal, anclados mediante clavos aplicados por disparo con pistola.

El acabado superficial del forjado consiste en un pavimento conformado por una chapa de 6 mm con marcas antideslizantes, idéntica a la chapa que conforma los escalones de las rampas.

3.4. Pilas

El tablero está apoyado en la estructura sobre la que se asienta el mecanismo del ascensor y sobre la que se apoyan los extremos de las rampas y el mirador. Mediante apoyos elastoméricos se transmiten las cargas desde el tablero hasta las vigas perimetrales que “unen” los cuatro pilares de hormigón de cada extremo de la pasarela.

Estas pilas están constituidas por hormigón armado y constan de una sección rectangular de 300x300 mm. El hormigón que conforma todos los elementos que aparecen en esta pasarela peatonal será de HA-25/P/30/IIIa.

Pero tanto las rampas como el mirador, independientemente de estar apoyado en las pilas de hormigón armado, constan de pilares en forma de “V” cuyas alturas variarán en función de la localización del mismo, pero siempre estarán conformados por perfiles IPE 240. Las diferentes alturas corresponden con las cotas de los descansos de las rampas y las cotas de las pasarelas respectivamente. Las características de estos perfiles IPE 240 son las siguientes, constan de un alma de espesor 6.2 mm, unas alas de espesor 9.8 mm, una altura de 240 mm y una anchura de 120mm. Todos los elementos de acero estructural de esta pasarela peatonal serán S 275 JR.ç

3.5 Aparatos de Apoyo

Los aparatos de apoyo empleados en la estructura son apoyos elastoméricos armados, con unas dimensiones de 350x250 mm y una altura total de 10 mm.

Estos apoyos están fabricados mediante capas de caucho clorado completamente sintético, entre las cuales se encuentran intercaladas chapas de acero completamente recubiertas por el material elastomérico. Las diferentes capas están unidas entre sí y con las chapas mediante un estudiado proceso de vulcanización, de forma que, bajo la acción de las cargas, no puedan desplazarse en absoluto unas sobre otras.

Estos apoyos permiten absorber movimientos en una o varias direcciones, transmitir cargas de un elemento constructivo a otro y liberar los movimientos provocados por acciones térmicas, reduciendo así los esfuerzos en el tablero.

Para que la superficie de tránsito sea continua se colocan juntas de dilatación constituidas por una banda de material elastomérico con refuerzos interiores de acero, que absorben los movimientos de la estructura.

3.6 Cimentaciones

Nuestra estructura se ha resuelto mediante zapatas cuadradas o rectangulares. Siendo las rectangulares la que transmiten los esfuerzos desde la cota mas baja de las rampas de acceso, quedando el resto de las zapatas de nuestra cimentación con forma cuadrada para el resto de pilares, tanto metálicos como de hormigón, aunque con diferentes dimensiones tal y como se explica a continuación. Todos los elementos de cimentación se asientan sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza HM-15.

El hormigón empleado en todas las zapatas es un HA-25/B/15/IIIa, mientras que en el acero para armaduras se utiliza un B 400 S. A continuación, se describen brevemente los distintos elementos de cimentación para cada zapata, que se pueden consultar con un mayor grado de detalle de sus armados, placas de anclaje y demás elementos en el documento nº2: Planos.

Continuando con la nomenclatura empleada dicho documento (documento nº2: Planos) las zapatas que sustentan el inicio de las rampas desde el suelo son rectangulares y se encargan de recoger las cargas procedentes de los pilares 1 y 4.

Las placas de anclaje son de acero S275 JR y tienen unas dimensiones en plano de cimentación de 75x65x30 cm., con pernos de redondo liso de 25 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 55 cm. Estas placas serán las mismas para todas las zapatas por lo que no se repetirá esta descripción a lo largo de este anejo estructural.

Las zapatas sobre las que se asientan los pilares metálicos con perfiles IPE 240 tienen forma rectangular, mismos materiales que las anteriores, pero con unas dimensiones en planta de 75x65 cm, siendo la profundidad de 30cm la misma en todas ellas.

Las zapatas sobre las que se asientan los pilares de hormigón sobre los que descansa la estructura del ascensor y sobre los que se apoyan tanto el tablero como las rampas y el mirador son cuadradas, con iguales materiales y placas de anclaje que las anteriores pero con unas dimensiones de 80x80 cm , manteniendo la profundidad constante de 30 cm.

3.7 Barandillas

Barandilla metálica de acero galvanizado, conformada por un perfil rectangular hueco de 4 cm de ancho, llegando hasta una altura de 95 cm, además consta de un pasamanos de 4cm de diámetro que se encuentra unido a la

misma mediante soldadura en los puntos de apoyo de la pasarela con la estructura. Este pasamanos alcanza una altura de 67 cm,

4. Características de los Materiales Utilizar

Los materiales a utilizar, así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

4.1. Hormigón

| | Elementos de Hormigón Armado | | | | |
|---|------------------------------|-------------|------------------------|----------------------|--------|
| | Toda la obra | Cimentación | Soportes (Comprimidos) | Forjados (Flectados) | Otros |
| Resistencia Característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm ²) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Tipo de cemento (RC-03) | CEM I/32.5 N | | | | |
| Cantidad máxima/mínima de cemento (kp/m ³) | 400/300 | | | | |
| Tamaño máximo del árido (mm) | | 40 | 30 | 15/20 | 25 |
| Tipo de ambiente (agresividad) | I | | | | |
| Consistencia del hormigón | | Plástica | Blanda | Blanda | Blanda |
| Asiento Cono de Abrams (cm) | | 3 a 5 | 6 a 9 | 6 a 9 | 6 a 9 |
| Sistema de compactación | Vibrado | | | | |
| Nivel de Control Previsto | Estadístico | | | | |
| Coefficiente de Minoración | 1.5 | | | | |
| Resistencia de cálculo del hormigón: f_{cd} (N/mm ²) | 16.66 | 16.66 | 16.66 | 16.66 | 16.66 |

4.2. Acero en Barras

| | Toda la obra | Cimentación | Comprimidos | Flectados | Otros |
|--|--------------|-------------|-------------|-----------|-------|
| Designación | B-400-S | | | | |
| Límite Elástico (N/mm ²) | 400 | | | | |
| Nivel de Control Previsto | Normal | | | | |
| Coefficiente de Minoración | 1.15 | | | | |
| Resistencia de cálculo del acero (barras): f_{yd} (N/mm ²) | 347.82 | | | | |

4.3. Ejecución

| | Toda la obra | Cimentación | Comprimidos | Flectados | Otros |
|--|--------------|-------------|-------------|-----------|-------|
| A. Nivel de Control previsto | Normal | | | | |
| B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables Permanentes/Variables | 1.5/1.6 | | | | |

4.4. Aceros Laminados

| | | Toda la obra | Comprimidos | Flectados | Traccionados | Placas anclaje |
|-------------------|--------------------------------------|--------------|-------------|-----------|--------------|----------------|
| Acero en Perfiles | Clase y Designación | S275 | | | | |
| | Límite Elástico (N/mm ²) | 275 | | | | |
| Acero en Chapas | Clase y Designación | S275 | | | | |
| | Límite Elástico (N/mm ²) | 275 | | | | |

4.5. Ensayos a Realizar

Hormigón Armado. De acuerdo a los niveles de control previstos, se realizarán los ensayos pertinentes de los materiales, acero y hormigón según se indica en la norma Cap. XV, art. 82 y siguientes.

Aceros estructurales. Se harán los ensayos pertinentes de acuerdo a lo indicado en el capítulo 12 del CTE SE-A

4.6. Asientos Admisibles y Límites de Deformación

Asientos admisibles de la cimentación. De acuerdo a la norma CTE SE-C, artículo 2.4.3, y en función del tipo de terreno, tipo y características del edificio.

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Según el CTE. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de flecha pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

5. Acciones sobre la estructura

La estructura debe ser proyectada y construida para que, con una probabilidad razonable, sea capaz de soportar todas las acciones que puedan solicitarla durante su construcción y uso en el periodo de vida útil previsto. Además, debe cumplir la función para la que ha sido construida con unos costes de mantenimiento aceptables. Una estructura deberá ser concebida también de manera que las consecuencias de acciones excepcionales, como

sismos o impactos, no produzcan daños desproporcionados con la causa que los ha originado. La vida útil para las estructuras objeto de la presente instrucción es de 100 años.

La comprobación de la estructura se planteará de acuerdo con la teoría de los estados límite, de servicio y los estados límite últimos para las situaciones de cálculo de la estructura. A efectos de la IAP-11 se considerará que una acción que solicite una estructura podrá ser:

- Una fuerza aplicada sobre la estructura, como por ejemplo el peso propio.
- Una deformación o una aceleración impuesta a la estructura como las acciones sísmicas o reológicas.

Para cada estado límite se deberá verificar la condición que corresponda de las que a continuación se indican:

$$Ed \leq Cd$$

$$Sd \geq Rd$$

Ed, Sd: valores de cálculo del efecto y la sollicitación

Cd: valor límite de las acciones admisibles para la estructura o el elemento.

Rd: resistencia de cálculo de la estructura o del elemento para el estado considerado.

5.1 Valor Característico de las Acciones

El valor característico de una acción es su principal valor representativo. Puede venir determinado por un valor medio, un valor nominal o, en los casos en los que se fije en base a criterios estadísticos, por un valor correspondiente a una determinada probabilidad de no ser sobrepasado durante un periodo de referencia teniendo en cuenta la vida útil de la estructura y la duración de la situación de cálculo.

5.1.1. Acciones Permanentes

Las acciones permanentes son producidas por el peso de los elementos que forman parte del puente.

5.1.1.1. Peso propio

Su valor característico se deducirá de las dimensiones de los elementos especificadas en los planos y de los pesos específicos correspondientes. A continuación, se muestran los pesos específicos en kN/m² de los materiales más usuales:

| | |
|--|-------------|
| Fundición | 72,5 |
| Acero | 78,5 |
| Aluminio | 27,0 |
| Madera seca | 6,0 a 9,0 |
| Madera húmeda | 10,5 |
| Hormigón en masa | 23,0 a 24,0 |
| Hormigón armado y pretensado | 25,0 |
| Elementos de basalto, pórfidos y ofitas | 31,0 |
| Elementos de granito o caliza | 30,0 |
| Materiales granulares y rellenos (zahorras, gravas y arenas) | 20,0 |
| Pavimentos de mezcla bituminosa | 23,0 |
| Material elastomérico | 15,0 |
| Poliestireno expandido | 0,3 |
| Vidrio | 25,0 |

Tabla 1: Peso específico de los materiales más usados en estructuras

5.1.1.2. Cargas muertas

Serán las debidas al peso de los elementos no estructurales que graviten sobre los estructurales, tales como: pavimentos de calzadas, aceras, dotaciones viales y de la propia estructura.

En este caso se consideran únicamente las cargas que introducen la barandilla, el pavimento y la iluminación.

- Pavimento: se considera una carga repartida uniformemente por todo el tablero de 2,69 kN/m².

- Barandilla: 0,12 kN/m aplicada en las vigas longitudinales.
- Iluminación: cargas con valores irrelevantes para el cálculo estructural.

5.1.2. Acciones Permanentes de Valor No Constante

En este apartado se incluyen las presolicitaciones, las acciones reológicas y las acciones debidas al terreno. En las presolicitaciones se consideran incluidas todas las formas posibles de introducir esfuerzos en una estructura antes de su puesta en servicio con el fin de mejorar su respuesta frente al conjunto de solicitaciones a la que posteriormente se verá sometida.

En principio y salvo complicaciones futuras no existen acciones permanentes de valor no constante sobre la estructura, por lo que no se contemplan en el cálculo estructural.

5.1.3. Acciones Variables

Son aquellas externas a la estructura que pueden actuar o no sobre el puente.

5.1.3.1. Sobrecarga de uso

5.1.3.1.1. Tren de cargas (Sobrecarga uniformemente repartida)

Se considera la componente vertical, una sobrecarga uniforme de 5 kN/m² extendida en toda la superficie del tablero o en parte de ella según esa más desfavorable para el elemento de estudio.

Además, se tomara una fuerza horizontal longitudinal del 10% del valor total de la vertical, aplicada sobre el eje del tablero a la altura del pavimento. Esta sobrecarga se aplicara a las vigas transversales del tablero, al mirador y a las rampas, teniendo un valor en sentido positivo de 0.5 kN/m²

5.1.3.1.2. Empuje local sobre barandillas

En el elemento superior de las barandillas se considerará la actuación de una fuerza horizontal perpendicular a las mismas igual a 1,5 kN/m. Esta acción tiene carácter local y, por tanto, solo se utilizará para la comprobación de la propia barandilla y de sus anclajes, sin que deba ser considerada a efectos de ninguna otra verificación de la seguridad general de la estructura.

5.1.3.2. Acciones climáticas

5.1.3.2.1. Viento

Según la IAP-11, considerando que la luz de la pasarela es inferior a 100m. y que, por tanto, el viento no provocara fenómenos vibratorios importantes se puede asimilar la acción del viento a una carga estática. No consideramos los efectos aerolásticos

Para obtener esta carga:

- a. Velocidad básica del viento: Se tomará a partir de la siguiente expresión:

$$V_b = C_{dir} C_{season} V_{b,0}$$

Donde:

- V_b : velocidad básica del viento
- C_{dir} : factor direccional del viento, que a falta de estudios más precisos se tomara de valor igual a 1,04
- C_{season} : factor estacional del viento, que a falta de estudios más precisos se tomara de valor igual a 1,0
- $V_{b,0}$: velocidad básica fundamental del viento, según el mapa de isotacas

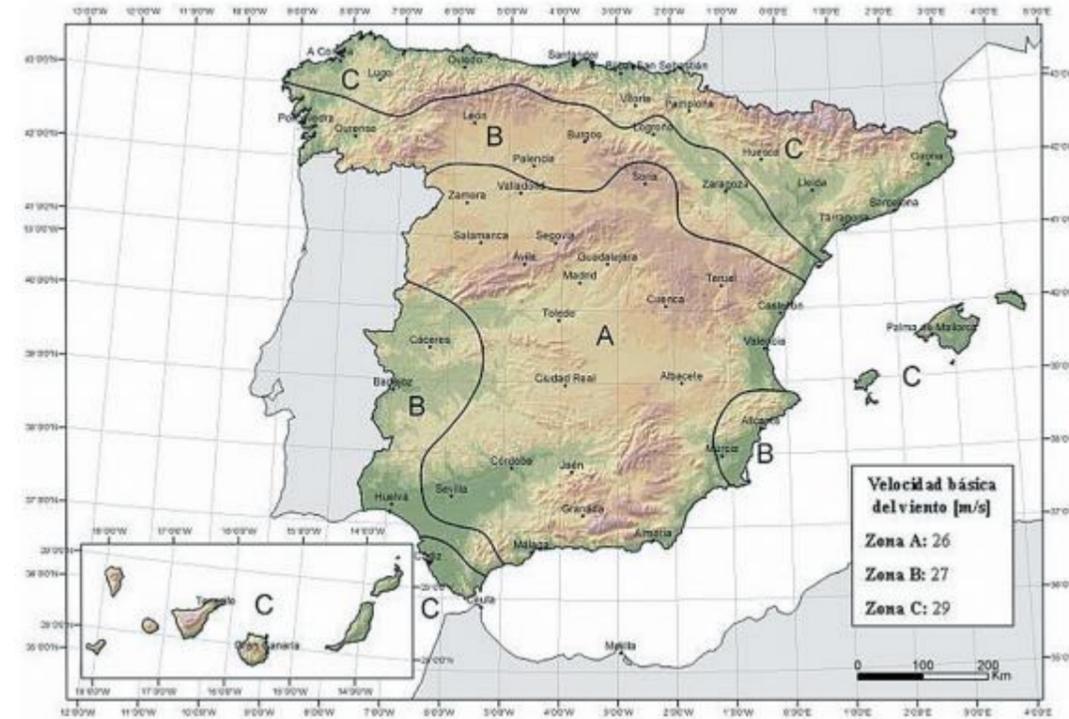


Figura 1. Mapa de isotacas para la obtención de la velocidad básica fundamental del viento.

Finalmente, del mapa obtenemos el valor $V_{ref} = 29 \text{ m/s}$, ya que estamos en la ZONA C

La expresión anterior es válida para un período de retorno de 50 años. Para otro período de retorno a velocidad básica viene dada por:

$$V_b(T) = V_b C_{prob}$$

Donde:

- $V_b(T)$ Velocidad básica del viento (m/s) para un período de retorno T
- T Período de retorno (años)
- C_{prob} Factor de probabilidad

Para un periodo de retorno de 100 años se tomará C_{prob} igual a 1,04

Así para $T=100$, se tiene una $V_b(T) = 30,16 \text{ m/s}$.

- b. Velocidad media del viento: La velocidad media del viento $V_m(z)$ a una altura z sobre el terreno dependerá de la rugosidad del terreno, de la topografía y de la velocidad básica del viento V_b , y se determinará según la expresión siguiente:

$$V_m(z) = c_r(z) c_o V_b(T)$$

Donde:

$V_b(T)$ velocidad básica del viento [m/s] para un periodo de retorno T

- C_o factor de topografía, que se tomará habitualmente igual a 1,0. En valles en los que se pueda producir un encauzamiento del viento actuante sobre el puente, se tomará para C_o un valor de 1,1. Cuando existan obstáculos naturales susceptibles de perturbar apreciablemente el flujo del viento sobre el puente, el valor de C_o se determinará mediante un estudio específico.
- $C_r(z)$ factor de rugosidad obtenido de la siguiente fórmula:

$$c_r(z) = k_r \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z \geq z_{min} \quad \text{Quedando } C_r(z) = 0.156 \times \ln(5.5/0.003) = 1.17$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \quad \text{para } z < z_{min}$$

Donde:

- Z : altura del punto de aplicación del empuje del viento respecto del terreno o respecto del nivel mínimo del agua bajo el puente, tomado como 5.5 m.
- K_r : factor del terreno = 0.156
- Z_0 : longitud de rugosidad = 0.003
- Z_{min} : altura mínima = 1

| TIPO DE ENTORNO | k_r | z_0 [m] | z_{min} [m] |
|-----------------|-------|-----------|---------------|
| 0 | 0,156 | 0,003 | 1 |
| I | 0,170 | 0,01 | 1 |
| II | 0,190 | 0,05 | 2 |
| III | 0,216 | 0,30 | 5 |
| IV | 0,235 | 1,00 | 10 |

Tabla 2. Valores de los parámetros k_z , z_0 y z_{min} según el tipo de terreno.

Tipo de Entorno = Tipo 0

$V_b = 30,16 \text{ m/s}$

Por tanto obtenemos el valor de $V_m(z)$ como $V_m(z) = 1.17 \times 1 \times 30.16 = 35.35 \text{ m/s}$

c. Empuje del viento: El empuje producido por el viento se calculará por separado para cada elemento de la pasarela por separado, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El área expuesta al viento o las características aerodinámicas del elemento pueden resultar modificadas por la materialización de otras acciones actuando en la estructura (nieve, sobrecargas de uso, etc.).
- En situaciones transitorias, algunos elementos pueden presentar superficies de exposición al viento diferentes a las definitivas (por ejemplo, cajón abierto frente a cerrado). Además, los elementos auxiliares de construcción pueden añadir superficies adicionales a tener en cuenta.

El empuje del viento sobre cualquier elemento se calculará mediante la expresión:

$$F_w = \left[\frac{1}{2} \rho v_b^2(T) \right] c_e(z) c_f A_{ref}$$

siendo:

F_w empuje horizontal del viento [N]

$\frac{1}{2} \rho v_b^2(T)$ presión de la velocidad básica del viento q_b [N/m²]

ρ densidad del aire, que se tomará igual a 1,25 kg/m³

$v_b(T)$ velocidad básica del viento [m/s] para un periodo de retorno T

c_f coeficiente de fuerza del elemento considerado (figura 4.2-b)

A_{ref} área de referencia, que se obtendrá como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento [m²]

$c_e(z)$ coeficiente de exposición en función de la altura z calculado según la fórmula siguiente¹:

$$c_e(z) = k_r^2 \left[c_o^2 \ln^2 \left(\frac{z}{z_0} \right) + 7 k_l c_o \ln \left(\frac{z}{z_0} \right) \right] \quad \text{para } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{para } z < z_{min}$$

donde:

k_l factor de turbulencia, que se tomará igual a 1,0

El empuje del viento se aplicará sobre el centro de gravedad del área de referencia del elemento A_{ref} . Se supondrá que el efecto de la sobrecarga de uso equivale a un área expuesta cuya altura se considerará igual a 1,25 m en pasarelas.

Dichas alturas se medirán desde la superficie del pavimento y se tendrán en cuenta para el cálculo tanto del coeficiente de fuerza, como del área. En el caso de coexistir distintos tipos de carga sólo se considerará la de altura más desfavorable.

| | $\frac{B}{h}$ | $\leq 0,2$ | 0,4 | 0,6 | 0,7 | 1,0 | 2,0 | 5,0 | $\geq 10,0$ |
|--|---------------|--|--|-----|------|-----|-----|------|-------------|
| | c_f | | 2,0 | 2,2 | 2,35 | 2,4 | 2,1 | 1,65 | 1,0 |
| | | | sección circular con superficie lisa y tal que: $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} > 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 0,7$ | | | | | | |
| | | sección circular con superficie rugosa ^(*) , o lisa tal que: $\varnothing v_b(T) \sqrt{c_e(z)} < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ $c_f = 1,2$ | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Independientemente de esta fórmula, nuestra tipología de estructura nos permite el uso del cálculo simplificado del empuje del viento sobre tableros y pilas, siempre que se cumpla :

- Puente de longitud inferior a 40m de luz
- "h" ≤ 20 m de altura máxima de pilas

Por lo que podremos considerar únicamente el empuje del viento transversal (F_w) siempre que cumplan:

- $C_{fx} \text{ tablero} \leq 1.8$
- $C_{fx} \text{ Pilas} \leq 2.2$
- $C_o = 1$
- $C_{prob} = 1.04$

| TIPO DE ENTORNO | EMPUJE SOBRE TABLERO | | | EMPUJE SOBRE PILAS | | |
|-----------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | $V_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ | $V_{b,0} = 27 \text{ m/s}$ | $V_{b,0} = 29 \text{ m/s}$ | $V_{b,0} = 26 \text{ m/s}$ | $V_{b,0} = 27 \text{ m/s}$ | $V_{b,0} = 29 \text{ m/s}$ |
| 0 | 2.58 | 2.78 | 3.21 | 3.16 | 3.40 | 3.93 |
| I | 2.29 | 2.47 | 2.85 | 2.79 | 3.01 | 3.47 |
| II | 1.94 | 2.09 | 2.41 | 2.37 | 2.56 | 2.95 |
| III | 1.47 | 1.58 | 1.83 | 1.80 | 1.94 | 2.23 |
| IV | 0.93 | 1 | 1.15 | 1.14 | 1.23 | 1.42 |

Tabla 4.2-e de Empuje de viento sobre tablero y Pilas, Método Simplificado

Según la tabla 4.2-e de Empujes unitarios (Obtenida de la normativa indicada inicialmente) , ya que

- $V_b(0) = 29 \text{ m/s}$
- $T_{\text{Ambiente}} = 0$ Obtenemos que:

Empuje del viento sobre el tablero $F_{wt} = 3.21 \text{ KN/m}^2$

Empuje del viento sobre las pilas $F_{wp} = 3.93 \text{ KN/m}^2$

d. Dirección del viento:

Se considerarán dos direcciones de viento no concomitantes: longitudinal y transversal. La componente vertical se considerará concomitante sólo con la dirección transversal del viento.

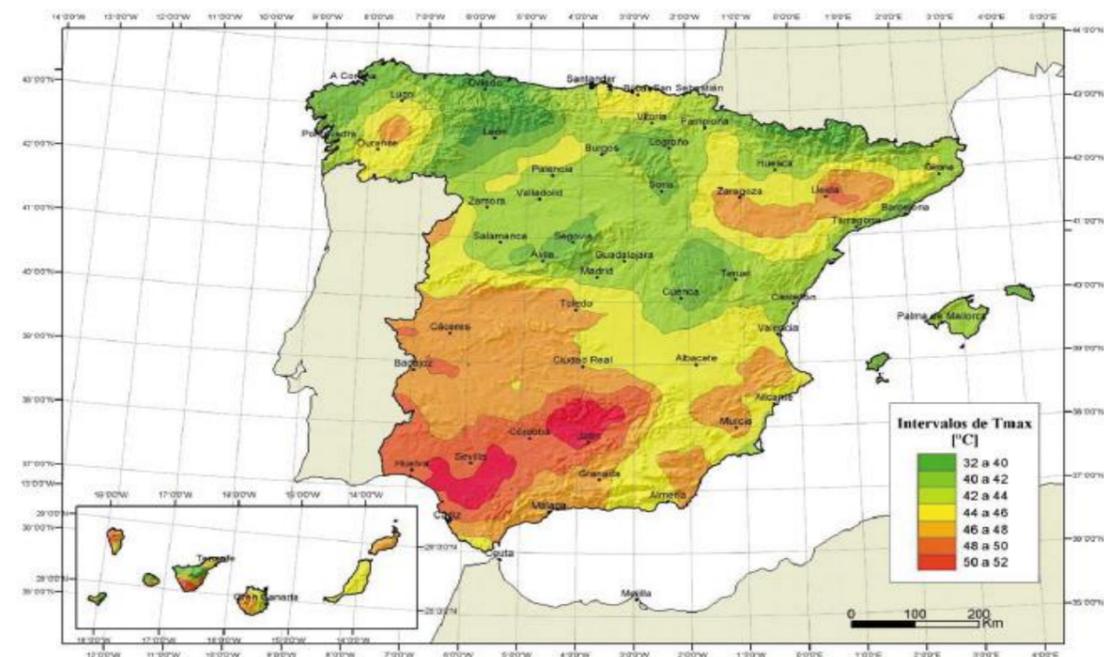
5.1.3.2.2 Acciones térmicas.

Los valores representativos de la acción térmica se evaluarán considerando la componente uniforme de temperatura y las componentes de la diferencia de temperatura vertical y horizontal.

Para la determinación de los efectos que producen se considerarán los coeficientes de dilatación térmica de los correspondientes materiales utilizados.

a. Componente uniforme de temperatura

Para calcular los efectos de la componente uniforme de temperatura se partirá del valor de la temperatura del aire a la sombra en el lugar del emplazamiento del puente. El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra T_{max} depende del clima del lugar y de la altitud y, para un periodo de retorno de 50 años, será el que se indica en el siguiente mapa de isotermas.



Como valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra Tmin se tomará, para un periodo de retorno de 50 años, en el que se deduce de la siguiente tabla en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática invernal que se deduce del mapa de la figura siguiente.

| ALTITUD [m] | ZONA DE CLIMA INVERNAL (SEGÚN FIGURA 4.3-b) | | | | | | |
|-------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | -7 | -11 | -11 | -6 | -5 | -6 | 6 |
| 200 | -10 | -13 | -12 | -8 | -8 | -8 | 5 |
| 400 | -12 | -15 | -14 | -10 | -11 | -9 | 3 |
| 600 | -15 | -16 | -15 | -12 | -14 | -11 | 2 |
| 800 | -18 | -18 | -17 | -14 | -17 | -13 | 0 |
| 1000 | -20 | -20 | -19 | -16 | -20 | -14 | -2 |
| 1200 | -23 | -21 | -20 | -18 | -23 | -16 | -3 |
| 1400 | -26 | -23 | -22 | -20 | -26 | -17 | -5 |
| 1600 | -28 | -25 | -23 | -22 | -29 | -19 | -7 |
| 1800 | -31 | -26 | -25 | -24 | -32 | -21 | -8 |
| 2000 | -33 | -28 | -27 | -26 | -35 | -22 | -10 |

Tabla 6. Temperatura mínima anual del aire, Tmin [°C]

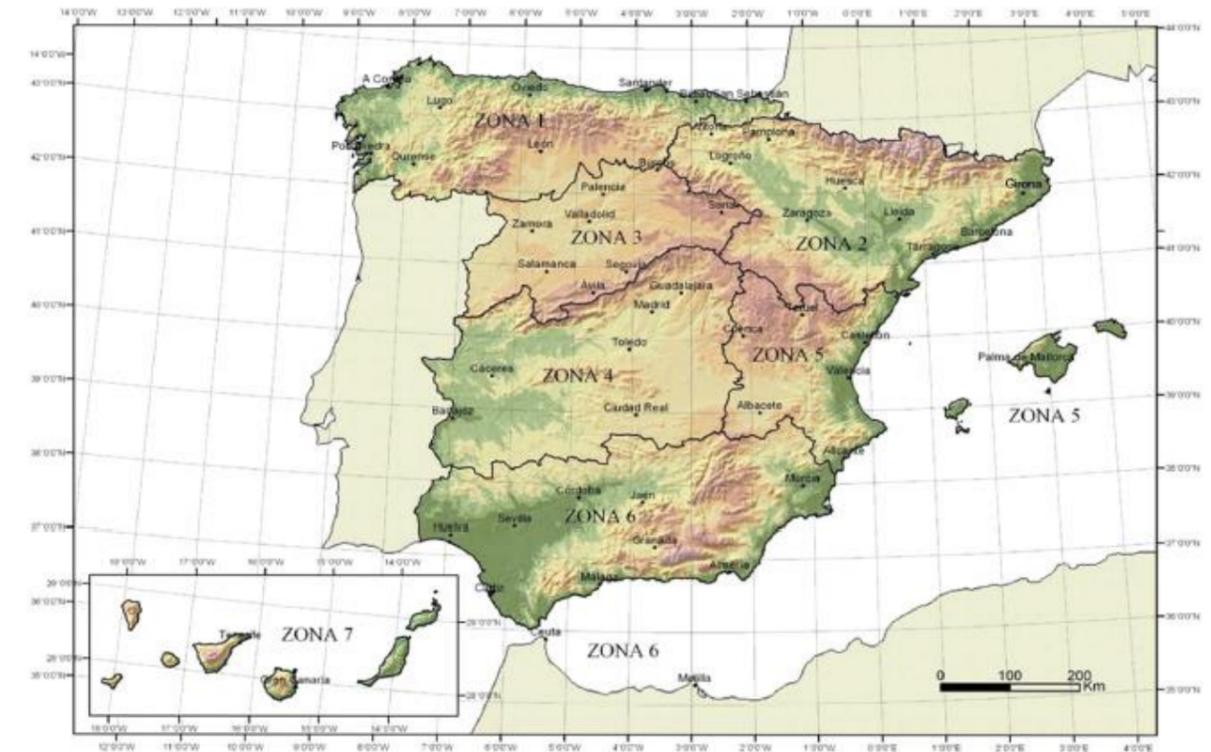


Figura3. Zonas climáticas de invierno.

Para periodos de retorno diferentes a 50 años se deben de ajustar los valores de Tmax,p y Tmin,p según las siguientes expresiones:

$$T_{max,p} = T_{max} \{k_1 - k_2 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

$$T_{min,p} = T_{min} \{k_3 + k_4 \ln [-\ln (1 - p)]\}$$

Siendo p el inverso del periodo de retorno y considerando para los coeficientes los valores:

$$k_1 = 0,781; k_2 = 0,056; k_3 = 0,393 \text{ y } k_4 = -0,156.$$

De este modo y dado que la pasarela se encuentra en la zona climática I, para un periodo de retorno de 100 años obtenemos Tmax,p y Tmin,p .

La componente uniforme de la temperatura del tablero, también denominada temperatura efectiva (temperatura media de la sección transversal), tendrá un valor mínimo $T_{e,min}$ y un valor máximo $T_{e,max}$ que se determinaran a partir de la temperatura del aire, mediante las siguientes expresiones:

$$T_{e,min} = T_{min} + \Delta T_{e,min}$$

$$T_{e,max} = T_{max} + \Delta T_{e,max}$$

Donde los valores de $\Delta T_{e,min}$ y $\Delta T_{e,max}$ están indicados en la tabla siguiente:

| TIPO DE TABLERO | $\Delta T_{e,min}$ [°C] | $\Delta T_{e,max}$ [°C] |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Tipo 1: Tablero de acero | -3 | +16 |
| Tipo 2: Tablero mixto | +4 | +4 |
| Tipo 3: Tablero de hormigón | +8 | +2 |

Tabla 7. Valores de $\Delta T_{e,min}$ y $\Delta T_{e,max}$ para el cálculo de la componente uniforme de la temperatura.

Estamos teniendo en cuenta que tenemos un tablero (Y resto de elementos de tipo 1) .Se toma $\Delta T_{e,min}=-3^{\circ}\text{C}$ y $\Delta T_{e,max}=+16^{\circ}\text{C}$ y un coeficiente de dilatación térmica para acero estructural $\alpha T=12 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Luego el valor característico de la máxima variación de la componente uniforme de la temperatura en contracción $\Delta T_{N,con}$ y dilatación $\Delta T_{N,exp}$ será:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$$

Donde la temperatura inicial, T_0 , se tomará igual a 15°C . Se obtienen, así, los valores:

$\Delta T_{N,con}=-25,8^{\circ}\text{C}$ y $\Delta T_{N,dil} = 30^{\circ}\text{C}$.

b. Componente de la diferencia de temperatura

-Diferencia vertical

Se calcula la diferencia de temperatura entre las fibras extremas de la sección del tablero.

Para tableros de acero o tableros de hormigón, los valores de la variación de temperatura en el canto de la sección transversal, tanto de calentamiento $\Delta T_{M,heat}$ como de enfriamiento $\Delta T_{M,cool}$, que vienen dados por la siguiente tabla:

| TIPO DE TABLERO | FIBRA SUPERIOR MÁS CALIENTE | FIBRA SUPERIOR MÁS FRÍA |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | $\Delta T_{M,heat}$ [°C] | $\Delta T_{M,cool}$ [°C] |
| Tipo 1: Tablero de acero | 18 | 13 |
| Tipo 3: Tablero de hormigón | | |
| — Sección cajón | 10 | 5 |
| — Sección de vigas | 15 | 8 |
| — Sección losa | 15 | 8 |

Tabla 8. Componente lineal de la diferencia vertical de temperatura

Se tomarán, de este modo, los valores:

$\Delta T_{M,heat} = 18^{\circ}\text{C}$ y $\Delta T_{M,cool} = 13^{\circ}\text{C}$.

5.1.3.2.3 Nieve

En general, sólo será necesario considerar la sobrecarga de nieve en puentes situados en zonas de alta montaña o durante la construcción.

Como valor característico de la sobrecarga de nieve sobre tableros q_k , se adoptará el definido por la siguiente expresión:

$$Q_k = 0,8s_k$$

Donde:

s_k es el valor característico de la sobrecarga de nieve sobre un terreno horizontal, siendo en el caso de A Coruña,

$$s_k = 0,3.$$

Se adoptará un valor de 0,2 KN/m² para el componente de la nieve sobre la estructura

5.1.4. Acciones accidentales

El impacto de un vehículo de carretera contra las pilas o elementos de sustentación del puente o pasarela se asimilará a la actuación de una fuerza estática cuya resultante se encuentra situada a la altura más desfavorable entre 0,5 m y 1,5 m sobre la superficie del pavimento. Esta carga podrá considerarse aplicada sobre una superficie o zona de choque de 0,5 m de altura por 1,5 m de anchura (o la anchura del propio elemento si es menor). El valor de la fuerza estática horizontal equivalente será:

- En la dirección del tráfico 1000 kN
- En la perpendicular a la dirección del tráfico 500 kN

Se considerará que ambas acciones no actúan de forma simultánea.

5.2 Valores Representativos de las Acciones

El valor representativo de una acción es el valor de la misma utilizado para la verificación de los estados límite. El principal valor representativo de las acciones es su valor característico, excepto para las acciones variables en las que se considerarán, además, otros valores representativos, según se especifica en este apartado.

Una acción podrá tener uno o varios valores representativos en función del tipo de acción.

5.2.1 Acciones permanentes.

Para las acciones permanentes se considerará un único valor representativo, coincidente con el valor característico G_k .

5.2.3 Acciones permanentes de valor no constante.

Para las acciones originadas por presolicitaciones (definidas anteriormente) se considerará un único valor representativo coincidente con el valor característico $P_{k,t}$ en el instante t en que se realiza la comprobación.

5.2.4 Acciones variables

Para cada una de las acciones variables se considerarán los siguientes valores representativos, según la comprobación de que se trate:

- Valor característico, Q_k : será el valor de la acción cuando actúe aisladamente.

- *Valor de combinación $\psi_0 Q_k$* : Será el valor de la acción cuando actúe con alguna otra acción variable, para tener en cuenta la pequeña probabilidad de que actúen simultáneamente los valores más desfavorables de varias acciones independientes. Este valor se utilizará en las comprobaciones de estado límite últimos en situación persistente o transitoria y de estados límite de servicio irreversibles.
- *Valor frecuente $\psi_1 Q_k$* : Será el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante un periodo de corta duración respecto a la vida útil del puente. Corresponde a un periodo de retorno de una semana. Este valor se utilizará en las comprobaciones de estados límite últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles.
- *Valor casi-permanente $\psi_2 Q_k$* : Será el valor de la acción tal que sea sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente. Este valor se utilizará también en las comprobaciones de estados límite últimos en situación accidental y de estados límite de servicio reversibles, además de en la evaluación de los efectos diferidos.

El valor de los factores de simultaneidad será diferente según la acción de que se trate. Se adoptarán los valores recogidos en la tabla siguiente:

| ACCIÓN | | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 | |
|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------|----------|------------------------|
| Sobrecarga de uso | gr 1, Cargas verticales | Vehículos pesados | 0,75 | 0,75 | 0 |
| | | Sobrecarga uniforme | 0,4 | 0,4 | 0 / 0,2 ⁽¹⁾ |
| | | Carga en aceras | 0,4 | 0,4 | 0 |
| | gr 2, Fuerzas horizontales | 0 | 0 | 0 | |
| | gr 3, Peatones | 0 | 0 | 0 | |
| Viento | F_{wk} | gr 4, Aglomeraciones | 0 | 0 | 0 |
| | | Sobrecarga de uso en pasarelas | 0,4 | 0,4 | 0 |
| | | En situación persistente | 0,6 | 0,2 | 0 |
| | | En construcción | 0,8 | 0 | 0 |
| Acción térmica | T_k | En pasarelas | 0,3 | 0,2 | 0 |
| | | | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Nieve | $Q_{Sn,k}$ | En construcción | 0,8 | 0 | 0 |
| Acción del agua | W_k | Empuje hidrostático | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | | Empuje hidrodinámico | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Sobrecargas de construcción | Q_c | | 1,0 | 0 | 1,0 |

5.3 Valor de las Acciones

El *valor de cálculo* de una acción se obtiene multiplicando su valor representativo por el correspondiente coeficiente parcial γ_F .

5.3.1 Estados Límite Últimos

Para los coeficientes parciales de seguridad se adoptarán los valores recogidos en la siguiente tabla:

| ACCIÓN | EFECTO | | |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | ESTABILIZADOR | DESESTABILIZADOR | |
| Permanente (G y G^*) | Peso propio | 0,9 ⁽¹⁾ | 1,1 ⁽¹⁾ |
| | Carga muerta | 0,9 ⁽¹⁾ | 1,1 ⁽¹⁾ |
| | Empuje del terreno | 1,0 | 1,5 |
| Variable (Q) | Sobrecarga de uso | 0 | 1,35 |
| | Sobrecarga de uso en terraplenes | 0 | 1,5 |
| | Acciones climáticas ⁽²⁾ | 0 | 1,5 |
| | Empuje hidrostático | 0 | 1,5 |
| | Empuje hidrodinámico | 0 | 1,5 |
| | Sobrecargas de construcción | 0 | 1,35 |

Tabla 9. Coeficientes de seguridad, γ

5.3.2 Estados límite de servicio

Para los coeficientes parciales de seguridad se adoptarán los valores recogidos en la siguiente tabla:

| ACCIÓN | EFECTO | | |
|--|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| | FAVORABLE | DESFAVORABLE | |
| Permanente de valor constante (G) | Peso propio | 1,0 | 1,0 |
| | Carga muerta | 1,0 | 1,0 |
| Permanente de valor no constante (G^*) | Pretensado P_1 | 0,9 ⁽¹⁾ | 1,1 ⁽¹⁾ |
| | Pretensado P_2 | 1,0 | 1,0 |
| | Otras presolicitaciones | 1,0 | 1,0 |
| | Reológicas | 1,0 | 1,0 |
| | Empuje del terreno | 1,0 | 1,0 |
| | Asientos | 0 | 1,0 |
| | Rozamiento de apoyos deslizantes | 1,0 | 1,0 |
| Variable (Q) | Sobrecarga de uso | 0 | 1,0 |
| | Sobrecarga de uso en terraplenes | 0 | 1,0 |
| | Acciones climáticas | 0 | 1,0 |
| | Empuje hidrostático | 0 | 1,0 |
| | Empuje hidrodinámico | 0 | 1,0 |
| | Sobrecargas de construcción | 0 | 1,0 |

Tabla 10. Coeficientes de seguridad, γ

5.4 Combinación de Acciones

5.4.1 Estados límite últimos

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones, excepto en E.L.U de fatiga, se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

donde:

- $G_{k,j}$ valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $Q_{k,1}$ valor característico de la acción variable dominante
- $\psi_{0,i} Q_{k,i}$ valor de combinación de las acciones variables concomitantes con la acción variable dominante
- γ_G, γ_Q coeficientes parciales

En general deben realizarse tantas hipótesis o combinaciones como sea necesario, considerando en cada una de ellas las acciones variables como dominante y el resto como concomitantes.

Además, se ha de tener en cuenta que si se considera la sobrecarga de uso como dominante se tomará esta con su valor representativo y la acción del viento con su valor reducido aplicando los coeficientes indicados en la IAP11. Sin embargo, si es la acción del viento la que se considera dominante se tomará esta con su valor representativo y no se considerará la acción simultánea de la sobrecarga de uso.

5.4.2 Estados límite de servicio

Para estos estados se consideran únicamente las situaciones persistentes y transitorias, excluyéndose las accidentales.

Las combinaciones de las distintas acciones consideradas en estas situaciones se realizarán de acuerdo con el siguiente criterio:

Combinación característica (poco probable o rara):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \gamma_{Q,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Combinación casi-permanente:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{m \geq 1} \gamma_{G,m} G_{k,m}^* + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

6. Calculo con Modelos y Demás Datos que Hemos Introducido en Cype 3D

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático, en concreto CYPE ingenieros.

6.1. Listado de Cálculo

6.1.1. LISTADOS TABLERO

6.1.1.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N1/N2 | 13.57 | 2.250 | 0.055 | 0.177 | 0.227 | 0.000 | -0.443 | -0.071 | GV | Cumple |
| N2/N3 | 20.28 | 0.000 | -1.930 | -0.216 | -0.162 | 0.000 | -0.237 | -0.108 | GV | Cumple |
| N3/N4 | 19.62 | 3.000 | -1.931 | 0.213 | 0.159 | 0.000 | -0.229 | -0.102 | GV | Cumple |
| N4/N5 | 14.80 | 0.000 | 0.051 | -0.183 | -0.241 | 0.000 | -0.470 | -0.081 | GV | Cumple |
| N6/N7 | 9.98 | 2.250 | -0.097 | -0.004 | 0.290 | 0.000 | -0.554 | 0.005 | GV | Cumple |
| N7/N8 | 17.97 | 0.000 | -3.688 | -0.002 | -0.178 | 0.000 | -0.252 | -0.005 | GV | Cumple |
| N8/N9 | 18.30 | 3.000 | -3.680 | 0.004 | 0.182 | 0.000 | -0.258 | -0.008 | GV | Cumple |
| N9/N10 | 10.32 | 0.000 | -0.099 | 0.007 | -0.290 | 0.000 | -0.551 | 0.010 | GV | Cumple |
| N12/N2 | 51.15 | 2.955 | -5.149 | -0.028 | -0.010 | 0.000 | 0.061 | 0.046 | GV | Cumple |
| N19/N7 | 52.87 | 0.000 | -5.781 | -0.179 | -0.046 | 0.000 | 0.029 | -0.269 | GV | Cumple |
| N20/N7 | 29.54 | 3.089 | 4.520 | 0.168 | 0.085 | 0.000 | -0.166 | -0.247 | GV | Cumple |
| N13/N2 | 20.74 | 3.089 | 3.490 | 0.095 | 0.082 | 0.000 | -0.165 | -0.159 | GV | Cumple |
| N13/N3 | 16.55 | 3.089 | 0.065 | -0.123 | 0.027 | 0.000 | -0.022 | 0.192 | GV | Cumple |
| N20/N8 | 25.35 | 0.000 | -0.422 | -0.161 | 0.020 | 0.000 | 0.081 | -0.264 | GV | Cumple |
| N21/N8 | 25.89 | 0.000 | -0.432 | 0.164 | 0.020 | 0.000 | 0.084 | 0.269 | GV | Cumple |
| N14/N3 | 16.21 | 3.089 | 0.063 | 0.120 | 0.024 | 0.000 | -0.018 | -0.188 | GV | Cumple |
| N14/N4 | 20.54 | 3.089 | 3.516 | -0.096 | 0.079 | 0.000 | -0.156 | 0.158 | GV | Cumple |
| N21/N9 | 29.17 | 3.089 | 4.518 | -0.164 | 0.087 | 0.000 | -0.173 | 0.242 | GV | Cumple |
| N22/N9 | 62.32 | 0.000 | -5.761 | 0.132 | -0.038 | 0.000 | 0.014 | 0.200 | GV | Cumple |
| N15/N4 | 34.77 | 2.955 | -4.017 | 0.110 | -0.039 | 0.000 | 0.136 | -0.171 | GV | Cumple |
| N12/N19 | 17.63 | 1.100 | 0.000 | 0.003 | 0.005 | 0.000 | 0.867 | -0.035 | G | Cumple |
| N13/N20 | 31.28 | 1.100 | -0.241 | -0.004 | 0.133 | 0.000 | 1.535 | -0.059 | GV | Cumple |
| N14/N21 | 31.35 | 1.100 | -0.124 | 0.004 | 0.131 | 0.000 | 1.539 | -0.061 | GV | Cumple |
| N15/N22 | 17.59 | 0.880 | 0.000 | -0.011 | -0.273 | 0.000 | 0.844 | -0.039 | GV | Cumple |
| N2/N7 | 5.68 | 0.220 | 0.500 | -0.003 | -0.037 | 0.000 | 0.287 | -0.002 | GV | Cumple |
| N3/N8 | 7.56 | 2.200 | 1.391 | 0.000 | 0.568 | 0.000 | -0.336 | 0.000 | GV | Cumple |
| N4/N9 | 6.61 | 0.440 | 0.538 | 0.002 | 0.028 | 0.000 | 0.328 | -0.004 | GV | Cumple |
| N14/N22 | 11.87 | 0.000 | -1.224 | -0.006 | 0.065 | 0.000 | 0.427 | -0.012 | GV | Cumple |
| N21/N15 | 9.33 | 0.000 | -0.439 | 0.005 | 0.080 | 0.000 | 0.448 | 0.014 | G | Cumple |
| N20/N14 | 7.65 | 3.023 | 0.626 | -0.001 | 0.008 | 0.000 | 0.361 | 0.008 | GV | Cumple |
| N13/N21 | 7.47 | 1.163 | 0.611 | 0.001 | 0.005 | 0.000 | 0.356 | -0.008 | GV | Cumple |
| N19/N13 | 11.44 | 3.483 | -1.151 | 0.009 | -0.080 | 0.000 | 0.443 | -0.010 | GV | Cumple |
| N12/N20 | 8.39 | 3.483 | -0.247 | -0.001 | -0.073 | 0.000 | 0.441 | -0.007 | G | Cumple |
| N3/N9 | 11.17 | 3.720 | -1.636 | 0.002 | 0.111 | 0.000 | -0.122 | -0.004 | GV | Cumple |
| N8/N4 | 10.40 | 3.720 | -1.660 | 0.000 | 0.084 | 0.000 | -0.070 | 0.000 | G | Cumple |
| N7/N3 | 11.05 | 0.000 | -1.655 | 0.000 | -0.115 | 0.000 | -0.125 | -0.001 | GV | Cumple |
| N2/N8 | 10.43 | 0.000 | -1.629 | 0.000 | -0.086 | 0.000 | -0.082 | 0.001 | G | Cumple |
| N1/N7 | 4.49 | 3.147 | -0.039 | 0.007 | 0.129 | 0.000 | -0.238 | -0.005 | GV | Cumple |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|--------|--------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N6/N2 | 2.75 | 3.147 | 0.108 | 0.002 | 0.086 | 0.000 | -0.137 | -0.003 | G | Cumple |
| N1/N6 | 2.60 | 0.880 | -0.099 | 0.008 | -0.052 | 0.000 | 0.116 | 0.006 | GV | Cumple |
| N5/N10 | 2.64 | 0.880 | -0.117 | -0.013 | -0.052 | 0.000 | 0.099 | -0.010 | GV | Cumple |
| N9/N5 | 3.52 | 0.000 | -0.030 | -0.003 | -0.114 | 0.000 | -0.200 | 0.001 | GV | Cumple |
| N4/N10 | 3.00 | 0.000 | 0.109 | -0.001 | -0.094 | 0.000 | -0.160 | -0.002 | G | Cumple |
| N17/N19 | 0.06 | 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N19/N20 | 6.47 | 0.000 | -0.601 | 0.029 | -0.089 | 0.000 | -0.051 | 0.045 | GV | Cumple |
| N20/N21 | 4.97 | 3.000 | 1.364 | 0.018 | 0.039 | 0.000 | 0.044 | -0.029 | GV | Cumple |
| N21/N22 | 5.93 | 0.000 | -0.934 | 0.015 | 0.001 | 0.000 | 0.043 | 0.026 | GV | Cumple |
| N22/N18 | 0.06 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |
| N11/N12 | 0.04 | 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | -0.001 | 0.000 | G | Cumple |
| N12/N13 | 10.98 | 2.700 | 0.158 | 0.241 | 0.105 | 0.000 | -0.056 | -0.117 | GV | Cumple |
| N13/N14 | 13.54 | 0.000 | -0.333 | -0.256 | -0.051 | 0.000 | -0.013 | -0.141 | GV | Cumple |
| N14/N15 | 13.09 | 0.000 | -0.279 | -0.260 | -0.050 | 0.000 | -0.010 | -0.141 | GV | Cumple |
| N15/N16 | 0.06 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | -0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | G | Cumple |

6.1.1.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy | | Flecha máxima absoluta xz | | Flecha activa absoluta xy | | Flecha activa absoluta xz | | |
| | Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa relativa xy | | Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N1/N5 | 6.750 | 0.63 | 2.893 | 2.26 | 6.750 | 0.63 | 5.250 | 0.88 | |
| | 6.750 | L/(>1000) | 2.893 | L/(>1000) | 6.750 | L/(>1000) | 5.250 | L/(>1000) | |
| N6/N10 | 7.179 | 0.14 | 2.893 | 2.24 | 7.179 | 0.14 | 5.250 | 0.90 | |
| | 9.000 | L/(>1000) | 2.893 | L/(>1000) | 6.750 | L/(>1000) | 5.250 | L/(>1000) | |
| N12/N2 | 2.322 | 0.72 | 1.688 | 0.18 | 0.633 | 0.92 | 1.477 | 0.06 | |
| | 2.322 | L/(>1000) | 1.688 | L/(>1000) | 2.322 | L/(>1000) | 1.477 | L/(>1000) | |
| N19/N7 | 0.633 | 0.95 | 1.688 | 0.17 | 0.633 | 0.92 | 1.477 | 0.05 | |
| | 0.633 | L/(>1000) | 1.688 | L/(>1000) | 0.633 | L/(>1000) | 1.477 | L/(>1000) | |
| N20/N7 | 0.772 | 1.25 | 1.930 | 0.14 | 0.772 | 1.09 | 1.737 | 0.04 | |
| | 0.772 | L/(>1000) | 1.930 | L/(>1000) | 0.772 | L/(>1000) | 1.737 | L/(>1000) | |
| N13/N2 | 2.317 | 0.80 | 1.930 | 0.15 | 0.772 | 1.09 | 1.737 | 0.05 | |
| | 2.317 | L/(>1000) | 1.930 | L/(>1000) | 2.510 | L/(>1000) | 1.737 | L/(>1000) | |

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N13/N3 | 2.317 | 0.83 | 1.158 | 0.08 | 0.772 | 1.10 | 1.158 | 0.04 | |
| | 2.317 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | 2.317 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | |
| N20/N8 | 0.772 | 1.24 | 1.158 | 0.08 | 0.772 | 1.11 | 1.158 | 0.04 | |
| | 0.772 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | 0.772 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | |
| N21/N8 | 0.772 | 1.31 | 1.158 | 0.08 | 0.772 | 1.11 | 1.158 | 0.04 | |
| | 0.772 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | 0.772 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | |
| N14/N3 | 2.123 | 0.85 | 1.158 | 0.08 | 0.772 | 1.10 | 1.158 | 0.04 | |
| | 2.317 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | 2.317 | L/(>1000) | 1.158 | L/(>1000) | |
| N14/N4 | 2.317 | 0.76 | 1.930 | 0.14 | 0.772 | 1.09 | 1.737 | 0.04 | |
| | 2.510 | L/(>1000) | 1.930 | L/(>1000) | 2.510 | L/(>1000) | 1.737 | L/(>1000) | |
| N21/N9 | 0.772 | 1.17 | 1.930 | 0.15 | 0.772 | 1.08 | 1.737 | 0.05 | |
| | 0.772 | L/(>1000) | 1.930 | L/(>1000) | 0.772 | L/(>1000) | 1.737 | L/(>1000) | |
| N22/N9 | 0.633 | 1.03 | 1.688 | 0.18 | 0.633 | 0.96 | 1.477 | 0.05 | |
| | 0.633 | L/(>1000) | 1.688 | L/(>1000) | 0.633 | L/(>1000) | 1.477 | L/(>1000) | |
| N15/N4 | 2.110 | 0.68 | 1.688 | 0.16 | 0.633 | 0.85 | 1.477 | 0.05 | |
| | 2.322 | L/(>1000) | 1.688 | L/(>1000) | 2.110 | L/(>1000) | 1.477 | L/(>1000) | |
| N12/N19 | 1.100 | 0.34 | 1.100 | 0.80 | 0.880 | 0.43 | 1.100 | 0.55 | |
| | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | |
| N13/N20 | 1.100 | 0.49 | 1.100 | 1.38 | 1.100 | 0.51 | 1.100 | 0.88 | |
| | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | |
| N14/N21 | 1.100 | 0.51 | 1.100 | 1.38 | 1.100 | 0.51 | 1.100 | 0.88 | |
| | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | |
| N15/N22 | 0.880 | 0.47 | 1.100 | 0.80 | 0.880 | 0.54 | 1.100 | 0.53 | |
| | 0.880 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 0.880 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | |
| N2/N7 | 0.880 | 0.03 | 1.100 | 0.28 | 0.660 | 0.03 | 1.320 | 0.12 | |
| | 0.880 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 0.660 | L/(>1000) | 1.320 | L/(>1000) | |
| N3/N8 | 1.100 | 0.01 | 0.880 | 0.14 | 0.880 | 0.01 | 1.540 | 0.09 | |
| | 1.100 | L/(>1000) | 0.880 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 0.660 | L/(>1000) | |
| N4/N9 | 1.100 | 0.08 | 0.880 | 0.30 | 1.100 | 0.08 | 0.880 | 0.11 | |
| | 1.100 | L/(>1000) | 0.880 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 0.880 | L/(>1000) | |
| N14/N22 | 1.524 | 0.22 | 1.524 | 0.81 | 1.959 | 0.35 | 1.524 | 0.51 | |
| | 1.524 | L/(>1000) | 1.524 | L/(>1000) | 1.306 | L/(>1000) | 1.524 | L/(>1000) | |
| N21/N15 | 2.177 | 0.65 | 1.524 | 0.74 | 2.177 | 0.73 | 1.524 | 0.50 | |
| | 2.177 | L/(>1000) | 1.524 | L/(>1000) | 1.959 | L/(>1000) | 1.524 | L/(>1000) | |
| N20/N14 | 1.860 | 0.28 | 1.860 | 0.99 | 1.860 | 0.33 | 1.628 | 0.59 | |
| | 1.860 | L/(>1000) | 1.860 | L/(>1000) | 1.860 | L/(>1000) | 1.628 | L/(>1000) | |
| N13/N21 | 2.093 | 0.33 | 1.860 | 0.98 | 1.860 | 0.33 | 2.093 | 0.58 | |
| | 2.093 | L/(>1000) | 1.860 | L/(>1000) | 1.860 | L/(>1000) | 2.093 | L/(>1000) | |

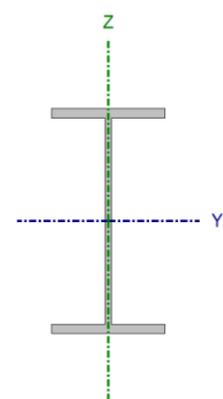
| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|--|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|--|-------------------|-------------------|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| | N19/N13 | 1.524 1.524 | 0.46 L/(>1000) | 1.959 1.959 | 0.79 L/(>1000) | 1.524 1.524 | 0.43 L/(>1000) | 1.959 1.959 | 0.49 L/(>1000) |
| N12/N20 | 1.306 1.306 | 0.34 L/(>1000) | 1.959 1.959 | 0.75 L/(>1000) | 1.524 1.306 | 0.60 L/(>1000) | 1.959 1.959 | 0.53 L/(>1000) | |
| N3/N9 | 2.325 2.325 | 0.09 L/(>1000) | 1.163 1.163 | 0.13 L/(>1000) | 2.325 2.325 | 0.09 L/(>1000) | 1.163 1.163 | 0.06 L/(>1000) | |
| N8/N4 | 2.325 2.325 | 0.05 L/(>1000) | 1.628 1.628 | 0.10 L/(>1000) | 2.325 2.558 | 0.06 L/(>1000) | 0.930 0.930 | 0.05 L/(>1000) | |
| N7/N3 | 1.860 1.860 | 0.06 L/(>1000) | 2.558 2.558 | 0.13 L/(>1000) | 1.628 1.628 | 0.05 L/(>1000) | 2.790 2.790 | 0.05 L/(>1000) | |
| N2/N8 | 1.860 1.860 | 0.04 L/(>1000) | 2.325 2.325 | 0.08 L/(>1000) | 1.628 1.628 | 0.06 L/(>1000) | 2.558 2.790 | 0.07 L/(>1000) | |
| N1/N7 | 1.180 1.180 | 0.15 L/(>1000) | 1.967 1.967 | 0.19 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.15 L/(>1000) | 1.967 1.967 | 0.11 L/(>1000) | |
| N6/N2 | 2.163 2.163 | 0.03 L/(>1000) | 1.967 1.967 | 0.10 L/(>1000) | 2.360 2.163 | 0.03 L/(>1000) | 1.967 1.967 | 0.08 L/(>1000) | |
| N1/N6 | 0.880 0.880 | 0.10 L/(>1000) | 1.100 1.100 | 0.12 L/(>1000) | 0.880 0.880 | 0.10 L/(>1000) | 1.100 1.100 | 0.04 L/(>1000) | |
| N5/N10 | 0.880 0.880 | 0.10 L/(>1000) | 1.100 1.100 | 0.12 L/(>1000) | 0.880 0.880 | 0.10 L/(>1000) | 1.100 1.100 | 0.04 L/(>1000) | |
| N9/N5 | 1.770 1.770 | 0.18 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.16 L/(>1000) | 1.770 1.770 | 0.17 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.09 L/(>1000) | |
| N4/N10 | 1.180 1.180 | 0.07 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.12 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.07 L/(>1000) | 1.180 1.180 | 0.11 L/(>1000) | |
| N17/N19 | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.150 0.150 | 0.00 L/(>1000) | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.300 - | 0.00 L/(>1000) | |
| N19/N20 | 0.771 0.771 | 0.24 L/(>1000) | 1.157 1.157 | 0.05 L/(>1000) | 0.771 0.771 | 0.22 L/(>1000) | 0.771 0.771 | 0.03 L/(>1000) | |
| N20/N21 | 2.143 2.143 | 0.14 L/(>1000) | 1.500 1.500 | 0.15 L/(>1000) | 0.857 2.143 | 0.13 L/(>1000) | 1.500 1.500 | 0.07 L/(>1000) | |
| N21/N22 | 0.964 0.964 | 0.17 L/(>1000) | 1.350 1.350 | 0.05 L/(>1000) | 0.964 0.964 | 0.16 L/(>1000) | 1.929 1.929 | 0.03 L/(>1000) | |
| N22/N18 | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.150 0.150 | 0.00 L/(>1000) | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | |
| N11/N12 | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.150 0.150 | 0.00 L/(>1000) | 0.150 - | 0.00 L/(>1000) | 0.300 - | 0.00 L/(>1000) | |
| N12/N13 | 1.350 1.350 | 0.74 L/(>1000) | 1.350 1.350 | 0.05 L/(>1000) | 1.350 1.350 | 0.77 L/(>1000) | 0.771 0.771 | 0.02 L/(>1000) | |

| Flechas | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy | | Flecha máxima absoluta xz | | Flecha activa absoluta xy | | Flecha activa absoluta xz | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) |
| N13/N14 | 1.714 | 0.76 | 1.500 | 0.14 | 1.714 | 0.75 | 1.500 | 0.07 |
| | 1.714 | L/(>1000) | 1.500 | L/(>1000) | 1.714 | L/(>1000) | 1.500 | L/(>1000) |
| N14/N15 | 1.543 | 0.79 | 1.543 | 0.04 | 1.350 | 0.87 | 1.929 | 0.03 |
| | 1.543 | L/(>1000) | 1.543 | L/(>1000) | 1.736 | L/(>1000) | 1.929 | L/(>1000) |
| N15/N16 | 0.150 | 0.00 | 0.150 | 0.00 | 0.150 | 0.00 | 0.150 | 0.00 |
| | - | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | - | L/(>1000) | - | L/(>1000) |

6.1.1.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N22/N9

| Perfil: IPE 180 Material: Acero (S275) | | | | | | | | |
|---|----------------|----------|---------------------------|--|--|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | | |
| N22 | N9 | 2.955 | 23.90 | 1317.00 | 101.00 | 4.73 | | |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | | | |
|  | Pandeo | | Pandeo lateral | | | | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | | |
| | β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | | |
| | L _K | 2.955 | 2.955 | 0.000 | 0.000 | | | |
| | C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.66 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 23.90 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 24.443 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 318.729 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 24.443 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

I_y : 1317.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 101.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 4.73 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección.

I_w : 7430.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad.

E : 2140673 kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 825688 kp/cm²

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

L_{ky} : 2.955 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

L_{kz} : 2.955 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

L_{kt} : 0.000 m

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

i₀ : 7.70 cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : 7.42 cm

i_z : 2.06 cm

y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$30.94 \leq 250.32 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.
 Siendo:

h_w : 164.00 mm
 t_w : 5.30 mm
 A_w : 8.69 cm²
 $A_{fc,ef}$: 7.28 cm²
 k : 0.30
 E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.097} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.335} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{6.219} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{63.808} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.
 $N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.
 $N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{b,Rd} : 18.555 \text{ t}$$

$$A : 23.90 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

$$\chi_y : 0.94$$

$$\chi_z : 0.29$$

$$\phi_y : 0.63$$

$$\phi_z : 2.12$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.46$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.66$$

$$N_{cr} : 24.443 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 318.729 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 24.443 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.027 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.120 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 4.432 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 166.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.217 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.200 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 0.924 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 34.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 1.35 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.065} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{17.270} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{11.20} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{23.90} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{91.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{8.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.30} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$27.55 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{27.55}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.132 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 23.442 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 15.21 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 23.90 cm²

d : 164.00 mm

t_w : 5.30 mm

f_{ye} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{ye} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.065 t ≤ 8.635 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.065 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 17.270 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.132 \text{ t} \leq 11.721 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.132 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 23.442 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.310 ✓

η : 0.286 ✓

η : 0.623 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 5.761 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 0.014 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.200 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 63.808 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 4.432 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 0.924 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 23.90 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 166.00 cm³

$W_{pl,z}$: 34.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$k_y : 1.02$$

$$k_z : 1.43$$

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$\chi_y : 0.94$$

$$\chi_z : 0.29$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.46$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.66$$

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$V_{ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.132 \text{ t} \leq 11.721 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{ed,y} : 0.132 \text{ t}$$

$$V_{c,rd,y} : 23.442 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N19/N7

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N19 | N7 | 2.955 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.955 | 2.955 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.52 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 34.366 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 470.228 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 34.366 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : 1943.00 cm⁴
 I_z : 142.00 cm⁴
 I_t : 6.92 cm⁴
 I_w : 13000.00 cm⁶
E : 2140673 kp/cm²
G : 825688 kp/cm²
 L_{ky} : 2.955 m
 L_{kz} : 2.955 m
 L_{kt} : 0.000 m
 i_o : 8.55 cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 8.26 cm
 i_z : 2.23 cm
 y_o : 0.00 mm
 z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm
 A_w : 10.25 cm²
 $A_{fc,ef}$: 8.50 cm²
k : 0.30
E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.082} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.247} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{6.271} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{25.360} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.95}$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_z : 0.33$$

$$\phi_y : 0.61$$

$$\phi_z : 1.89$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.41$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.52$$

$$N_{cr} : 34.366 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 470.228 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 34.366 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.029 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.168 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\eta : \underline{0.226} \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.269} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed} : \underline{0.086} \quad \text{t}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \quad \text{t}$$

$$A_v : \underline{14.02} \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_f: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
b : 100.00 mm
t_f : 8.50 mm
t_w : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.179 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 28.50 cm²

d : 183.00 mm

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.086 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.086 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.179 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.179 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.307} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.264} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.529} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N19, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{5.781} \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: \underline{0.029} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: \underline{0.269} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{28.50} \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{221.00} \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{44.60} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.32}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: \underline{1.00} \\ C_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: \underline{0.95} \\ \chi_z &: \underline{0.33} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: \underline{0.41} \\ \bar{\lambda}_z &: \underline{1.52} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: \underline{0.60} \\ \alpha_z &: \underline{0.60} \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.179 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 0.179 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N12/N2

| Perfil: IPE 160 | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N12 | N2 | 2.955 | 20.10 | 869.00 | 68.30 | 3.54 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 2.955 | 2.955 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.85 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 20.10 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 16.529 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 210.308 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 16.529 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : $\frac{869.00}{}$ cm⁴
 I_z : $\frac{68.30}{}$ cm⁴
 I_t : $\frac{3.54}{}$ cm⁴
 I_w : $\frac{3960.00}{}$ cm⁶
E: $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
G: $\frac{825688}{}$ kp/cm²
 L_{ky} : $\frac{2.955}{}$ m
 L_{kz} : $\frac{2.955}{}$ m
 L_{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
 i_o : $\frac{6.83}{}$ cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : $\frac{6.58}{}$ cm
 i_z : $\frac{1.84}{}$ cm
 y_o : $\frac{0.00}{}$ mm
 z_o : $\frac{0.00}{}$ mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$29.04 \leq 250.58 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : $\frac{145.20}{}$ mm
 t_w : $\frac{5.00}{}$ mm
 A_w : $\frac{7.26}{}$ cm²
 $A_{fc,ef}$: $\frac{6.07}{}$ cm²
k: $\frac{0.30}{}$
E: $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 f_{yf} : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.440} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.701} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{53.662} \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{20.10} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{12.942} \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{20.10} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.92$$

$$\chi_z : 0.24$$

$$\phi_y : 0.67$$

$$\phi_z : 2.48$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.52$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.85$$

$$N_{cr} : 16.529 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 210.308 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 16.529 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.026 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.087 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 3.311 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 124.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

 M_{Ed}^+ : 0.103 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

 M_{Ed}^- : 0.021 t·m

 El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

 $M_{c,Rd}$: 0.697 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1
 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

 $W_{pl,z}$: 26.10 cm³
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

 γ_{Mo} : 1.05
Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

 V_{Ed} : 0.052 t

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

 $V_{c,Rd}$: 14.899 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 9.67 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 20.10 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 82.00 mm

t_r : Espesor del ala.

t_r : 7.40 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.00 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 9.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

25.44 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 25.44

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.069 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{c,Rd} : 19.792 \text{ t}$$

$$A_v : 12.84 \text{ cm}^2$$

$$A : 20.10 \text{ cm}^2$$

$$d : 145.20 \text{ mm}$$

$$t_w : 5.00 \text{ mm}$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.052 \text{ t} \leq 7.450 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 1.35 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.052 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 14.899 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.069 \text{ t} \leq 9.896 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.069 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 19.792 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.180} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.185} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.511} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{5.149} \quad \text{t} \\ M_{y,Ed} &: \underline{0.061} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: \underline{0.046} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{53.662} \quad \text{t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{3.311} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{0.697} \quad \text{t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{20.10} \quad \text{cm}^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{124.00} \quad \text{cm}^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{26.10} \quad \text{cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.03}$$

$$k_z : \underline{1.56}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: \underline{1.00} \\ C_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: \underline{0.92} \\ \chi_z &: \underline{0.24} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: \underline{0.52} \\ \bar{\lambda}_z &: \underline{1.85} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: \underline{0.60} \\ \alpha_z &: \underline{0.60} \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$0.069 \text{ t} \leq 9.896 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,y} : 0.069 \text{ t}$

$V_{c,Rd,y} : 19.792 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N15/N4

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N15 | N4 | 2.955 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.955 | 2.955 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.52 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 34.366 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 470.228 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 34.366 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : 1943.00 cm⁴
 I_z : 142.00 cm⁴
 I_t : 6.92 cm⁴
 I_w : 13000.00 cm⁶
E : 2140673 kp/cm²
G : 825688 kp/cm²
 L_{ky} : 2.955 m
 L_{kz} : 2.955 m
 L_{kt} : 0.000 m
 i_o : 8.55 cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 8.26 cm
 i_z : 2.23 cm
 y_o : 0.00 mm
 z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm
 A_w : 10.25 cm²
 $A_{fc,ef}$: 8.50 cm²
k : 0.30
E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.228} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.786} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{25.360} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.95$$

$$\chi_z : 0.33$$

$$\phi_y : 0.61$$

$$\phi_z : 1.89$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.41$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.52$$

$$N_{cr} : 34.366 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 470.228 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 34.366 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.029 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.172 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.165 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.049 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.197 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.092 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$$t_r : \underline{8.50} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

$$r : \underline{12.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.131} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.092 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 1.35 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.092} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.131 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.131} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.219} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.184} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.348} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 1.35 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$N_{c,Ed} : \underline{4.017} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{0.136} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.171} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$f_y : \frac{2803.26}{1.05} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1.05}$$

$$k_y : \frac{1.01}{1.01}$$

$$k_z : \frac{1.22}{1.22}$$

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1.00}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1.00}$$

$$\chi_y : \frac{0.95}{0.95}$$

$$\chi_z : \frac{0.33}{0.33}$$

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.41}{0.41}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{1.52}{1.52}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{0.60}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.131 \text{ t} \leq 14.056 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \frac{0.131}{28.113} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{28.113}{28.113} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 1.35 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.092 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.595 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 1.70 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.131 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 28.113 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 28.134 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 2.83 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Barra N14/N21

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N14 | N21 | 2.200 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 2.200 | 2.200 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda} : \underline{1.14} \checkmark$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 61.986 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 848.159 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 61.986 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : 1943.00 cm⁴
 I_z : 142.00 cm⁴
 I_t : 6.92 cm⁴
 I_w : 13000.00 cm⁶
E : 2140673 kp/cm²
G : 825688 kp/cm²
 L_{ky} : 2.200 m
 L_{kz} : 2.200 m
 L_{kt} : 0.000 m
 i_o : 8.55 cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 8.26 cm
 i_z : 2.23 cm
 y_o : 0.00 mm
 z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm
 A_w : 10.25 cm²
 $A_{fc,ef}$: 8.50 cm²
k : 0.30
E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.042} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.006} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.242} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.
N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.
N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

Clase : 1

A : 28.50 cm²
f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{M0} : 1.05

N_{b,Rd} : 39.144 t

A : 28.50 cm²
f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{M1} : 1.05

χ_y : 0.98

χ_z : 0.51

φ_y : 0.56

φ_z : 1.30

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄_y : 0.31

λ̄_z : 1.14

N_{cr} : 61.986 t

N_{cr,y} : 848.159 t

N_{cr,z} : 61.986 t

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.261 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.100 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.539} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.085} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.185 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 3.990 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 8.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{máx}$: 64.71

ϕ : Factor de reducción.

ϕ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.262 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

3.862 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 3.862 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.262 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.262 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.314 ✓

η : 0.293 ✓

η : 0.211 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.100 m del nudo N14, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.124 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+$: 1.539 t·m

$M_{z,Ed}^-$: 0.061 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : I

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 5.900 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.191 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.98

χ_z : 0.51

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: 0.31

$\bar{\lambda}_z$: 1.14

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

3.862 t ≤ 10.802 t ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 3.862 t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 21.604 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N13/N20

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N13 | N20 | 2.200 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.200 | 2.200 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda} : \underline{1.14}$ ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 61.986 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 848.159 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 61.986 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : 1943.00 cm⁴
 I_z : 142.00 cm⁴
 I_t : 6.92 cm⁴
 I_w : 13000.00 cm⁶
E : 2140673 kp/cm²
G : 825688 kp/cm²
 L_{ky} : 2.200 m
 L_{kz} : 2.200 m
 L_{kt} : 0.000 m
 i_o : 8.55 cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 8.26 cm
 i_z : 2.23 cm
 y_o : 0.00 mm
 z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm
 A_w : 10.25 cm²
 $A_{fc,ef}$: 8.50 cm²
k : 0.30
E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.004 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.007 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.283 \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 76.089 \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 1$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 39.144 \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.98$$

$$\chi_x : 0.51$$

Siendo:

$$\phi_y : 0.56$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\phi_z : 1.30$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.31$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.14$$

$$N_{cr} : 61.986 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 848.159 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 61.986 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.261 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.100 m del nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 1.537 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

η : 0.074 ✓

M_{Ed}^+ : 0.088 t-m

M_{Ed}^- : 0.000 t-m

$M_{c,Rd}$: 1.191 t-m

Clase : 1

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

η : 0.185 ✓

V_{Ed} : 3.994 t

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

A_v : 14.02 cm²

A : 28.50 cm²

b : 100.00 mm

t_r : 8.50 mm

t_w : 5.60 mm

r : 12.00 mm

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{max} : Esbeltez máxima.

λ_{max} : 64.71

ϕ : Factor de reducción.

ϕ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.262 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$3.859 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{3.859} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.258 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.258} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.313} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.293} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.212} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.100 m del nudo N13, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : 0.241 \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : 1.535 \text{ t-m}$$

$$M_{z,Ed} : 0.059 \text{ t-m}$$

$$\text{Clase} : I$$

$$N_{pl,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : 5.900 \text{ t-m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : 1.191 \text{ t-m}$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.01$$

$$C_{m,y} : 1.00$$

$$C_{m,z} : 1.00$$

$$\chi_y : 0.98$$

$$\chi_z : 0.51$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.31$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.14$$

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$$3.859 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,z} : 3.859 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N20/N7

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|----------|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N20 | N7 | 3.089 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| Plano XY | | Plano XZ | | Ala sup. | | Ala inf. |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 |
| L _k | 3.089 | 3.089 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

 $\bar{\lambda} : \underline{1.59} \checkmark$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 28.50 cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr} : 31.448 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 430.303 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 31.448 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : $\frac{1943.00}{}$ cm⁴
 I_z : $\frac{142.00}{}$ cm⁴
 I_t : $\frac{6.92}{}$ cm⁴
 I_w : $\frac{13000.00}{}$ cm⁶
 E : $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 G : $\frac{825688}{}$ kp/cm²
 L_{ky} : $\frac{3.089}{}$ m
 L_{kz} : $\frac{3.089}{}$ m
 L_{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
 i_o : $\frac{8.55}{}$ cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : $\frac{8.26}{}$ cm
 i_z : $\frac{2.23}{}$ cm
 y_o : $\frac{0.00}{}$ mm
 z_o : $\frac{0.00}{}$ mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : $\frac{183.00}{}$ mm
 t_w : $\frac{5.60}{}$ mm
 A_w : $\frac{10.25}{}$ cm²
 $A_{fc,ef}$: $\frac{8.50}{}$ cm²
 k : $\frac{0.30}{}$
 E : $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 f_{yf} : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{5.169} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.205} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.229 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.272 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,x}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,x}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.108 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 b : Ancho de la sección.
 t_f : Espesor del ala.
 t_w : Espesor del alma.
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
 b : 100.00 mm
 t_f : 8.50 mm
 t_w : 5.60 mm
 r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.006 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.168 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 18.25 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : 183.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.063 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.063 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.168 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_simo.

V_{Ed} : 0.168 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.295 ✓

η : 0.208 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{L,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo p_simo.

$N_{L,Ed}$: 4.520 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p_simos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 0.166 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.247 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 5.900 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.191 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ed,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo p_simo.

$M_{ed,Ed}$: 0.000 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 0.00 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 221.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 5.900 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_simo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_simos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

0.168 t ≤ 14.067 t ✓

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_simo.

$V_{Ed,y}$: 0.168 t

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,y}$: 28.134 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N21/N9

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N21 | N9 | 3.089 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 3.089 | 3.089 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

 $\bar{\lambda} : \underline{1.59} \checkmark$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A : 28.50 cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr} : 31.448 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 430.303 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 31.448 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : $\frac{1943.00}{}$ cm⁴
 I_z : $\frac{142.00}{}$ cm⁴
 I_t : $\frac{6.92}{}$ cm⁴
 I_w : $\frac{13000.00}{}$ cm⁶
E: $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
G: $\frac{825688}{}$ kp/cm²
 L_{ky} : $\frac{3.089}{}$ m
 L_{kz} : $\frac{3.089}{}$ m
 L_{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
 i_o : $\frac{8.55}{}$ cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_y : $\frac{8.26}{}$ cm
 i_z : $\frac{2.23}{}$ cm
 y_o : $\frac{0.00}{}$ mm
 z_o : $\frac{0.00}{}$ mm

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

h_w : $\frac{183.00}{}$ mm
 t_w : $\frac{5.60}{}$ mm
 A_w : $\frac{10.25}{}$ cm²
 $A_{fc,ef}$: $\frac{8.50}{}$ cm²
k: $\frac{0.30}{}$
E: $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 f_{yf} : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.068} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{5.143} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.036} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t-m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.215} \text{ t-m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.222 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.264 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.112 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 8.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.164 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.067 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.067} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.164 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.164} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.292} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.203} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A: Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 4.518 \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: 0.173 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: 0.242 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{I} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{0.00} \text{ kp/cm}^2$$

$$\begin{aligned} W_{y,com} &: 221.00 \text{ cm}^3 \\ \mathbf{A} &: 28.50 \text{ cm}^2 \\ M_{b,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$$0.164 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} V_{Ed,y} &: 0.164 \text{ t} \\ V_{c,Rd,y} &: 28.134 \text{ t} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N21/N8

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N21 | N8 | 3.089 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 3.089 | 3.089 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.59 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 31.448 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 430.303 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 31.448 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_y : 1943.00 cm⁴
 I_z : 142.00 cm⁴
 I_t : 6.92 cm⁴
 I_w : 13000.00 cm⁶
E : 2140673 kp/cm²
G : 825688 kp/cm²
 L_{ky} : 3.089 m
 L_{kz} : 3.089 m
 L_{kt} : 0.000 m
 i_o : 8.55 cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o , z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

i_y : 8.26 cm
 i_z : 2.23 cm
 y_o : 0.00 mm
 z_o : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

h_w : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm
 A_w : 10.25 cm²
 $A_{fc,ef}$: 8.50 cm²
k : 0.30
E : 2140673 kp/cm²
 f_{yf} : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.450} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{23.577} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi : \underline{0.94}$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_z : 0.31$$

$$\phi_y : 0.62$$

$$\phi_z : 2.01$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.43$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.59$$

$$N_{cr} : 31.448 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 430.303 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 31.448 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.017 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.099 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\eta : 0.226 \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : 0.269 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : 0.000 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : 1.191 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

$$V_{Ed} : 0.073 \quad \text{t}$$

$$V_{c,Rd} : 21.604 \quad \text{t}$$

$$A_v : 14.02 \quad \text{cm}^2$$

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

$$b : 100.00 \quad \text{mm}$$

$$t_r : 8.50 \quad \text{mm}$$

$$t_w : 5.60 \quad \text{mm}$$

$$r : 12.00 \quad \text{mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{máx}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.164 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm
 t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.035 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.035 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.164 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.164 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.246 ✓

η : 0.159 ✓

η : 0.259 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N21, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: 0.432 \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: 0.084 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: 0.269 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: 28.50 \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: 221.00 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: 44.60 \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: 2669.77 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: 1.05 \end{aligned}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.03$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: 0.94 \\ \chi_z &: 0.31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.43 \\ \bar{\lambda}_z &: 1.59 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.164 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$\begin{aligned} V_{Ed,y} &: 0.164 \text{ t} \\ V_{c,Rd,y} &: 28.134 \text{ t} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N20/N8

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N20 | N8 | 3.089 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 3.089 | 3.089 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.59 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 31.448 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 430.303 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 31.448 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 3.089 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 3.089 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.431} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{23.577} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.94$$

$$\chi_z : 0.31$$

$$\phi_y : 0.62$$

$$\phi_z : 2.01$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.43$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.59$$

$$N_{cr} : 31.448 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 430.303 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 31.448 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.016 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.095 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.222} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.264} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+1.35-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.072} \quad \text{t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \quad \text{t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \quad \text{cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
tr: Espesor del ala.
tw: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
b : 100.00 mm
tr : 8.50 mm
tw : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.006 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.161 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 28.134 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.
d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

A : $\frac{28.50}{}$ cm²
d : $\frac{183.00}{}$ mm
t_w : $\frac{5.60}{}$ mm
f_{yd} : $\frac{2669.77}{}$ kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²
γ_{M0} : $\frac{1.05}{}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

0.033 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : $\frac{0.033}{}$ t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : $\frac{21.604}{}$ t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

0.161 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : $\frac{0.161}{}$ t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : $\frac{28.134}{}$ t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.241} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.156} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N20, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{0.422} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M_{y,Ed}} : \underline{0.081} \quad \text{t·m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}} : \underline{0.264} \quad \text{t·m}$$

$$\mathbf{Clase} : \underline{1}$$

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{76.089} \quad \text{t}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{5.900} \quad \text{t·m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{1.191} \quad \text{t·m}$$

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$\mathbf{W_{pl,y}} : \underline{221.00} \quad \text{cm}^3$$

$$\mathbf{W_{pl,z}} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

$$\mathbf{f_{yd}} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{M1}} : \underline{1.05}$$

$$\mathbf{k_y} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{k_z} : \underline{1.03}$$

$$\mathbf{C_{m,y}} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{C_{m,z}} : \underline{1.00}$$

$$\mathbf{\chi_y} : \underline{0.94}$$

$$\mathbf{\chi_z} : \underline{0.31}$$

$$\mathbf{\lambdā_y} : \underline{0.43}$$

$$\mathbf{\lambdā_z} : \underline{1.59}$$

$$\mathbf{\alpha_y} : \underline{0.60}$$

$$\mathbf{\alpha_z} : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+1.35·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$0.161 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,y} : 0.161 \text{ t}$

$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|--|------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|----------------|-------------------------------|--------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | Nt | Nc | My | Mz | Vz | Vy | M _y V _z | M _z V _y | NM _y M _z | NM _y M _z V _y V _z | M _t | M _t V _z | |
| Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (5) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (7) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (8) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. | | | | | | | | | | | | | | | |

6.1.2. LISTADOS RAMPA NORTE

6.1.2.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- M_t: Momento torsor (t·m)
- M_y: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- M_z: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N2/N27 | 40.88 | 0.707 | 20.595 | -1.971 | -4.738 | -0.001 | 3.367 | 0.529 | GV | Cumple |
| N27/N28 | 46.40 | 0.707 | 18.824 | -1.140 | -2.653 | 0.000 | 5.261 | 0.437 | GV | Cumple |
| N28/N29 | 47.47 | 0.707 | 17.053 | -1.271 | -0.569 | 0.000 | 5.680 | 0.444 | GV | Cumple |
| N29/N30 | 46.49 | 0.000 | 15.251 | -1.298 | 1.466 | 0.000 | 5.680 | -0.448 | GV | Cumple |
| N30/N5 | 39.79 | 0.000 | 13.479 | -1.020 | 3.551 | -0.004 | 4.626 | -0.418 | GV | Cumple |
| N3/N2 | 69.88 | 0.000 | 0.000 | -2.589 | -0.087 | 0.000 | 0.460 | -0.739 | GV | Cumple |
| N3/N23 | 40.88 | 0.707 | 20.595 | 1.971 | -4.738 | 0.001 | 3.367 | -0.529 | GV | Cumple |
| N23/N24 | 46.40 | 0.707 | 18.824 | 1.140 | -2.653 | 0.000 | 5.261 | -0.437 | GV | Cumple |
| N24/N25 | 47.47 | 0.707 | 17.053 | 1.271 | -0.569 | 0.000 | 5.680 | -0.444 | GV | Cumple |
| N25/N26 | 46.49 | 0.000 | 15.251 | 1.298 | 1.466 | 0.000 | 5.680 | 0.448 | GV | Cumple |
| N26/N6 | 39.79 | 0.000 | 13.480 | 1.020 | 3.551 | 0.004 | 4.626 | 0.418 | GV | Cumple |
| N6/N5 | 68.40 | 0.000 | -0.023 | -2.606 | -0.169 | 0.000 | 0.147 | -0.784 | GV | Cumple |
| N6/N14 | 30.57 | 0.650 | 6.772 | 0.985 | 10.989 | 0.008 | -5.064 | -0.120 | GV | Cumple |
| N14/N8 | 28.15 | 0.000 | 6.573 | 0.031 | -1.838 | -0.008 | -5.056 | -0.027 | GV | Cumple |
| N8/N7 | 8.18 | 0.925 | -0.240 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.412 | 0.010 | GV | Cumple |
| N5/N13 | 30.57 | 0.650 | 6.771 | -0.985 | 10.989 | -0.008 | -5.064 | 0.120 | GV | Cumple |
| N13/N7 | 28.15 | 0.000 | 6.573 | -0.031 | -1.838 | 0.008 | -5.056 | 0.027 | GV | Cumple |
| N7/N35 | 22.28 | 0.000 | 5.208 | -0.432 | -4.352 | 0.005 | -3.915 | 0.038 | GV | Cumple |
| N35/N36 | 20.58 | 0.000 | 3.480 | -1.405 | -1.686 | 0.000 | -1.193 | -0.532 | GV | Cumple |
| N36/N37 | 15.67 | 0.707 | 1.697 | -1.240 | -0.133 | 0.000 | 0.842 | 0.441 | GV | Cumple |
| N37/N38 | 18.18 | 0.000 | -0.737 | -1.315 | 1.399 | 0.000 | 0.085 | -0.455 | GV | Cumple |
| N38/N9 | 23.73 | 0.707 | -2.824 | -1.065 | 2.977 | -0.003 | -3.009 | 0.330 | GV | Cumple |
| N10/N9 | 69.57 | 0.000 | 0.389 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.188 | -0.784 | GV | Cumple |
| N8/N31 | 22.28 | 0.000 | 5.208 | 0.432 | -4.352 | -0.005 | -3.915 | -0.038 | GV | Cumple |
| N31/N32 | 20.58 | 0.000 | 3.480 | 1.405 | -1.686 | 0.000 | -1.193 | 0.532 | GV | Cumple |
| N32/N33 | 15.67 | 0.707 | 1.697 | 1.240 | -0.133 | 0.000 | 0.842 | -0.441 | GV | Cumple |
| N33/N34 | 18.18 | 0.000 | -0.736 | 1.315 | 1.399 | 0.000 | 0.085 | 0.455 | GV | Cumple |
| N34/N10 | 23.73 | 0.707 | -2.823 | 1.065 | 2.977 | 0.003 | -3.009 | -0.330 | GV | Cumple |
| N9/N15 | 33.45 | 0.650 | -6.055 | -1.128 | 3.304 | -0.009 | -5.477 | 0.177 | GV | Cumple |
| N15/N11 | 30.03 | 0.000 | -6.429 | 0.003 | -10.287 | 0.008 | -5.506 | 0.022 | GV | Cumple |
| N12/N11 | 8.61 | 0.000 | 0.224 | 0.069 | -0.887 | 0.000 | -0.158 | 0.067 | GV | Cumple |
| N10/N16 | 33.45 | 0.650 | -6.054 | 1.128 | 3.305 | 0.009 | -5.477 | -0.177 | GV | Cumple |
| N16/N12 | 30.03 | 0.000 | -6.429 | -0.002 | -10.287 | -0.008 | -5.506 | -0.022 | GV | Cumple |
| N11/N39 | 35.08 | 0.707 | -10.674 | -0.495 | -4.416 | 0.006 | 4.310 | 0.354 | GV | Cumple |
| N39/N40 | 46.36 | 0.707 | -12.444 | -1.392 | -2.330 | 0.000 | 5.975 | 0.456 | GV | Cumple |
| N40/N41 | 48.12 | 0.707 | -14.213 | -1.252 | -0.244 | 0.000 | 6.165 | 0.448 | GV | Cumple |
| N41/N42 | 49.10 | 0.000 | -16.014 | -1.237 | 1.792 | 0.000 | 6.165 | -0.444 | GV | Cumple |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N42/N43 | 44.62 | 0.000 | -17.784 | -1.269 | 3.878 | 0.000 | 4.881 | -0.462 | GV | Cumple |
| N43/N1 | 45.88 | 0.355 | -20.726 | -3.791 | 4.597 | 0.001 | 0.000 | 0.880 | GV | Cumple |
| N4/N1 | 70.66 | 0.000 | 0.000 | -2.589 | -0.087 | 0.000 | 0.465 | -0.747 | GV | Cumple |
| N12/N44 | 35.08 | 0.707 | -10.673 | 0.495 | -4.416 | -0.006 | 4.310 | -0.354 | GV | Cumple |
| N44/N45 | 46.36 | 0.707 | -12.443 | 1.392 | -2.330 | 0.000 | 5.975 | -0.456 | GV | Cumple |
| N45/N46 | 48.12 | 0.707 | -14.213 | 1.252 | -0.245 | 0.000 | 6.165 | -0.448 | GV | Cumple |
| N46/N47 | 49.10 | 0.000 | -16.014 | 1.237 | 1.792 | 0.000 | 6.165 | 0.444 | GV | Cumple |
| N47/N48 | 44.63 | 0.000 | -17.784 | 1.269 | 3.877 | 0.000 | 4.881 | 0.462 | GV | Cumple |
| N48/N4 | 45.88 | 0.355 | -20.724 | 3.791 | 4.600 | -0.001 | 0.000 | -0.880 | GV | Cumple |
| N10/N11 | 7.89 | 0.000 | -0.448 | 0.005 | -0.029 | 0.000 | -0.024 | 0.007 | GV | Cumple |
| N12/N9 | 7.89 | 2.261 | -0.448 | -0.005 | 0.029 | 0.000 | -0.024 | 0.007 | GV | Cumple |
| N8/N5 | 11.68 | 2.261 | -0.779 | -0.004 | 0.009 | 0.000 | 0.033 | 0.005 | GV | Cumple |
| N6/N7 | 6.76 | 0.000 | 0.324 | 0.004 | 0.047 | 0.000 | 0.067 | 0.006 | GV | Cumple |
| N16/N19 | 37.14 | 0.550 | 1.130 | -0.354 | 14.072 | -0.028 | -7.590 | 0.045 | GV | Cumple |
| N19/N20 | 34.43 | 0.000 | 2.901 | -0.014 | -0.327 | 0.000 | -6.765 | 0.048 | GV | Cumple |
| N20/N15 | 37.14 | 0.000 | 1.130 | 0.354 | -14.071 | 0.028 | -7.590 | 0.045 | GV | Cumple |
| N14/N17 | 34.24 | 0.550 | 0.955 | -0.178 | 13.307 | 0.008 | -7.170 | 0.011 | GV | Cumple |
| N17/N18 | 30.73 | 0.000 | 4.578 | -0.014 | -0.327 | 0.000 | -5.959 | 0.009 | GV | Cumple |
| N18/N13 | 34.24 | 0.000 | 0.955 | 0.178 | -13.307 | -0.008 | -7.170 | 0.011 | GV | Cumple |
| N21/N18 | 27.80 | 1.526 | -14.096 | 0.097 | 0.869 | 0.000 | -0.879 | 0.058 | GV | Cumple |
| N21/N17 | 27.80 | 1.526 | -14.096 | -0.097 | 0.869 | 0.000 | -0.879 | -0.058 | GV | Cumple |
| N22/N19 | 71.83 | 1.879 | -14.581 | -0.008 | 0.318 | 0.000 | -0.219 | -0.298 | GV | Cumple |
| N22/N20 | 71.82 | 1.879 | -14.581 | 0.008 | 0.318 | 0.000 | -0.219 | 0.298 | GV | Cumple |
| N47/N42 | 72.47 | 0.000 | -0.033 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | -0.766 | GV | Cumple |
| N46/N41 | 72.35 | 0.000 | 0.017 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | -0.765 | GV | Cumple |
| N45/N40 | 72.56 | 0.000 | 0.121 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | -0.766 | GV | Cumple |
| N44/N39 | 72.85 | 0.000 | -0.766 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.469 | -0.761 | GV | Cumple |
| N34/N38 | 72.49 | 0.000 | 0.250 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.473 | -0.764 | GV | Cumple |
| N33/N37 | 72.43 | 0.000 | -0.057 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | -0.765 | GV | Cumple |
| N32/N36 | 72.60 | 0.000 | 0.147 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | -0.766 | GV | Cumple |
| N31/N35 | 72.90 | 0.000 | -0.843 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.468 | -0.760 | GV | Cumple |
| N26/N30 | 72.42 | 0.000 | 0.156 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.473 | -0.764 | GV | Cumple |
| N25/N29 | 72.37 | 0.000 | -0.010 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | -0.765 | GV | Cumple |
| N24/N28 | 72.46 | 0.000 | -0.132 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.476 | -0.765 | GV | Cumple |
| N23/N27 | 73.91 | 0.000 | 0.833 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.481 | -0.770 | GV | Cumple |
| N48/N43 | 79.11 | 0.000 | -2.507 | -2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.481 | -0.768 | GV | Cumple |

6.1.2.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy | | Flecha máxima absoluta xz | | Flecha activa absoluta xy | | Flecha activa absoluta xz | | |
| | Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa relativa xy | | Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N2/N5 | 2.121 | 0.51 | 1.767 | 2.37 | 1.944 | 0.52 | 1.767 | 2.15 | |
| | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | |
| N3/N2 | 0.925 | 2.59 | 0.925 | 0.54 | 0.925 | 2.57 | 0.925 | 0.49 | |
| | 0.925 | L/714.8 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/720.5 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N3/N6 | 2.121 | 0.51 | 1.767 | 2.37 | 2.298 | 0.52 | 1.767 | 2.23 | |
| | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | |
| N6/N5 | 0.925 | 2.19 | 0.925 | 0.39 | 0.925 | 2.18 | 0.925 | 0.32 | |
| | 0.925 | L/843.6 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/848.8 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N6/N8 | 0.325 | 0.05 | 0.650 | 0.43 | 0.325 | 0.07 | 0.650 | 0.37 | |
| | 0.325 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.325 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | |
| N8/N7 | 1.110 | 0.10 | 0.925 | 0.34 | 1.110 | 0.10 | 0.925 | 0.26 | |
| | 1.110 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | 1.295 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | |
| N5/N7 | 0.325 | 0.05 | 0.650 | 0.43 | 0.325 | 0.05 | 0.650 | 0.41 | |
| | 0.325 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.325 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | |
| N7/N9 | 2.475 | 0.13 | 1.768 | 0.72 | 2.651 | 0.14 | 1.768 | 0.72 | |
| | 0.354 | L/(>1000) | 1.768 | L/(>1000) | 0.354 | L/(>1000) | 1.768 | L/(>1000) | |
| N10/N9 | 0.925 | 2.19 | 0.925 | 0.42 | 0.925 | 2.18 | 0.925 | 0.35 | |
| | 0.925 | L/843.7 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/848.8 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N8/N10 | 2.475 | 0.13 | 1.768 | 0.52 | 2.298 | 0.14 | 1.768 | 0.57 | |
| | 0.354 | L/(>1000) | 1.768 | L/(>1000) | 0.354 | L/(>1000) | 1.768 | L/(>1000) | |
| N9/N11 | 0.650 | 0.14 | 0.650 | 0.46 | 0.650 | 0.13 | 0.650 | 0.40 | |
| | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | |
| N12/N11 | 0.555 | 0.13 | 0.925 | 0.31 | 0.555 | 0.15 | 0.925 | 0.23 | |
| | 0.555 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | 0.555 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | |
| N10/N12 | 0.650 | 0.13 | 0.650 | 0.46 | 0.487 | 0.15 | 0.650 | 0.40 | |
| | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | 0.650 | L/(>1000) | |
| N11/N1 | 1.414 | 0.44 | 1.944 | 3.14 | 1.237 | 0.45 | 1.944 | 2.82 | |
| | 1.414 | L/(>1000) | 1.944 | L/(>1000) | 1.414 | L/(>1000) | 1.944 | L/(>1000) | |
| N4/N1 | 0.925 | 2.51 | 0.925 | 0.54 | 0.925 | 2.49 | 0.925 | 0.49 | |
| | 0.925 | L/736.4 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/742.5 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N12/N4 | 1.414 | 0.45 | 1.944 | 3.14 | 1.591 | 0.46 | 1.944 | 2.82 | |
| | 1.414 | L/(>1000) | 1.944 | L/(>1000) | 1.414 | L/(>1000) | 1.944 | L/(>1000) | |

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N10/N11 | 1.319 | 0.19 | 1.131 | 0.32 | 0.942 | 0.34 | 1.131 | 0.32 | |
| | 1.319 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | 1.319 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | |
| N12/N9 | 1.131 | 0.27 | 1.131 | 0.20 | 1.131 | 0.25 | 1.131 | 0.29 | |
| | 1.131 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | |
| N8/N5 | 1.507 | 0.17 | 1.131 | 0.26 | 1.507 | 0.15 | 0.942 | 0.26 | |
| | 1.507 | L/(>1000) | 1.131 | L/(>1000) | 1.507 | L/(>1000) | 0.942 | L/(>1000) | |
| N6/N7 | 0.754 | 0.17 | 1.131 | 0.14 | 0.754 | 0.19 | 0.942 | 0.23 | |
| | 0.754 | L/(>1000) | 0.754 | L/(>1000) | 0.754 | L/(>1000) | 1.319 | L/(>1000) | |
| N16/N15 | 0.925 | 0.06 | 0.925 | 1.16 | 0.925 | 0.07 | 0.925 | 0.98 | |
| | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | |
| N14/N13 | 1.112 | 0.02 | 0.925 | 1.06 | 1.112 | 0.03 | 0.925 | 0.90 | |
| | 0.275 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | 0.275 | L/(>1000) | 0.925 | L/(>1000) | |
| N21/N18 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 | |
| | 0.954 | L/(>1000) | 1.144 | L/(>1000) | 0.954 | L/(>1000) | 1.144 | L/(>1000) | |
| N21/N17 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.15 | |
| | 0.954 | L/(>1000) | 1.144 | L/(>1000) | 0.954 | L/(>1000) | 1.144 | L/(>1000) | |
| N22/N19 | 1.879 | 4.78 | 2.584 | 0.42 | 1.879 | 4.80 | 2.584 | 0.36 | |
| | 1.879 | L/785.7 | 2.584 | L/(>1000) | 1.879 | L/786.0 | 2.584 | L/(>1000) | |
| N22/N20 | 1.879 | 4.78 | 2.584 | 0.42 | 1.879 | 4.78 | 2.349 | 0.38 | |
| | 1.879 | L/785.7 | 2.584 | L/(>1000) | 1.879 | L/786.0 | 2.584 | L/(>1000) | |
| N47/N42 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/756.0 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/767.6 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N46/N41 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/753.0 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/764.5 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N45/N40 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/755.4 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/767.0 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N44/N39 | 0.925 | 2.50 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.57 | |
| | 0.925 | L/738.9 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/751.0 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N34/N38 | 0.925 | 2.48 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.44 | 0.925 | 0.57 | |
| | 0.925 | L/747.2 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/759.5 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N33/N37 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/754.5 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/766.0 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N32/N36 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/755.8 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/767.3 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N31/N35 | 0.925 | 2.51 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.47 | 0.925 | 0.57 | |
| | 0.925 | L/737.4 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/749.5 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N26/N30 | 0.925 | 2.47 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.43 | 0.925 | 0.57 | |

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| | 0.925 | L/749.1 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/761.4 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N25/N29 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/754.5 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/766.0 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N24/N28 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.57 | |
| | 0.925 | L/752.2 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/763.7 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N23/N27 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.67 | 0.925 | 2.37 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/767.8 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/779.7 | 0.925 | L/(>1000) | |
| N48/N43 | 0.925 | 2.43 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.39 | 0.925 | 0.58 | |
| | 0.925 | L/762.3 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/774.0 | 0.925 | L/(>1000) | |

6.1.2.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N48/N43

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| N48 | N43 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 | |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.95} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$\mathbf{A} : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\mathbf{N}_{cr,z} : \underline{87.659} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\mathbf{N}_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\mathbf{I}_y : \underline{1943.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\mathbf{I}_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\mathbf{I}_t : \underline{6.92} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\mathbf{I}_w : \underline{13000.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\mathbf{E} : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\mathbf{G} : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\mathbf{L}_{ky} : \underline{1.850} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\mathbf{L}_{kz} : \underline{1.850} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\mathbf{L}_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\mathbf{i}_o : \underline{8.55} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\mathbf{i}_y : \underline{8.26} \text{ cm}$$

$$\mathbf{i}_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

y_o , z_o: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\mathbf{y}_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{z}_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

 t_w : Espesor del alma.

 A_w : Área del alma.

 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

 E : Módulo de elasticidad.

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$h_w : \underline{183.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

$$A_w : \underline{10.25} \text{ cm}^2$$

$$A_{fc,ef} : \underline{8.50} \text{ cm}^2$$

$$k : \underline{0.30}$$

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.027} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.033 ✓

η : 0.053 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.507 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 76.089 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 47.631 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{m1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.141 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.832 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.645} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.219} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.768} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.047} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.024} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.
t_r: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

b : 100.00 mm
t_r : 8.50 mm
t_w : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

1.024 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.024 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.759} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.529} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.791} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

 $N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

 $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

 $W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

 k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

 $C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

 χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.507} \quad t$$

$$M_{y,Ed^+} : \underline{0.481} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed^-} : \underline{0.768} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.07}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.26 \\ \bar{\lambda}_z &: 0.95 \\ \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$\begin{aligned} V_{Ed,y} &: 2.606 \text{ t} \\ V_{c,Rd,y} &: 28.134 \text{ t} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 0.125 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\begin{aligned} W_T &: 8.14 \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: 2669.77 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Lateral)+1.5-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.024 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.591 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 2.33 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.260 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.105} \text{ t}$$

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$
$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \text{ kp/cm}^2$$

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$
$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$
$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N23/N27

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N23 | N27 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.834} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.067} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

$$N_{b,Rd} : 47.631 \text{ t}$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.141} \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.834} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

$$\eta : \underline{0.647} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.013} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.770} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.037 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 b : Ancho de la sección.
 t_r : Espesor del ala.
 t_w : Espesor del alma.
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
 b : 100.00 mm
 t_r : 8.50 mm
 t_w : 5.60 mm
 r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.939 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot \text{PP} + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot \text{CM}(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot \text{SCUSO}(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot \text{NIEVE}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.939} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot \text{PP} + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot \text{SCUSO}(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot \text{VIENTO}(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.739} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.719} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot \text{PP} + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot \text{CM}(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot \text{SCUSO}(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot \text{VIENTO}(\text{Frontal})$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: \underline{0.833} \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: \underline{0.481} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^-} &: \underline{0.770} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.430} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{194.45} \text{ kp/cm}^2$$

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.037 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.583 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t
 $\tau_{T,Ed}$: 3.75 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.011 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.296} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{6.25} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Barra N31/N35

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N31 | N35 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

Siendo:

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.013 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.020 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.976 \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 76.089 \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 1$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 47.631 \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\psi_y : 0.54$$

$$\psi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.139 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{ed}^+ : 0.820 \text{ t·m}$$

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.639 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.014 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.760 t·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,z} : 44.60 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.045 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.976 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 21.604 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r: Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.
d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

A : 28.50 cm²
d : 183.00 mm
t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.729} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.483} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.719} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.843} \quad t$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.468} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed}^- : \underline{0.760} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$\alpha_z : 0.60$ **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$

$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N44/N39

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N44 | N39 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.897} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi : \underline{0.99}$$

$$\chi : \underline{0.63}$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\psi_y : 0.54$$

$$\psi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.139 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{ed}^+ : 0.820 \text{ t·m}$$

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.639 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.157 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.761 t·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,z} : 44.60 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.998 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 21.604 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r: Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.998 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.998 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.729 ✓

$$\eta : \underline{0.481} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.716} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N44, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{0.766} \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: \underline{0.469} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^-} &: \underline{0.761} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{28.50} \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{221.00} \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{44.60} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \frac{2.606}{28.134} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{28.134}{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.046 \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N44, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Lateral)+1.5-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : 0.998 \text{ t}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : 21.591 \text{ t}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd} : 21.604 \text{ t}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed} : 2.33 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$W_T : 8.14 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{MO} : 1.05$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

 $\eta : 0.007 \checkmark$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : 0.192 \text{ t}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : 28.105 \text{ t}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd} : 28.134 \text{ t}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed} : 3.88 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Barra N32/N36

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N32 | N36 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.168} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.054} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.830 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.643 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.012 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.766 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{c,Rd} : 1.191 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.045 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.980 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 14.02 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$b : 100.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 8.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

$$r : 12.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.726 ✓

η : 0.722 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A : Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.147 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.478 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^-} &: 0.766 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.468 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 211.97 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N45/N40

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N45 | N40 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.140} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.054} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^+ : 0.831 t·m

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.643 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^+ : 0.207 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^- : 0.766 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Clase: 1

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.019 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_f : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²

b : 100.00 mm

t_f : 8.50 mm

t_w : 5.60 mm

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.019 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 1.019 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.606 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.726 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.723 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N45, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.
 $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A: Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.121 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.478 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^-} &: 0.766 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.471 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 212.99 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.019 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.591 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 2.33 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.247} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.105} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N34/N38

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N34 | N38 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.375} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.026} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.140 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.824 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.641 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.014 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.764 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{c,Rd} : 1.191 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.045 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.966 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 14.02 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$b : 100.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 8.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

$$r : 12.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.725 ✓

η : 0.719 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A : Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.250 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.473 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^-} &: 0.764 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.457 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 206.89 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.045 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N38, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.966 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.595 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 1.65 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.107} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.113} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.75} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N47/N42

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|--|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N47 | N42 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.062} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\eta : \underline{0.141} \quad \checkmark$$

$$M_{ed}^+ : \underline{0.831} \quad \text{t-m}$$

$$M_{ed}^- : \underline{0.000} \quad \text{t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \quad \text{t-m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

$$\eta : \underline{0.643} \quad \checkmark$$

$$M_{ed}^+ : \underline{0.247} \quad \text{t-m}$$

$$M_{ed}^- : \underline{0.766} \quad \text{t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \quad \text{t-m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.035 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 b : Ancho de la sección.
 t_r : Espesor del ala.
 t_w : Espesor del alma.
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
 b : 100.00 mm
 t_r : 8.50 mm
 t_w : 5.60 mm
 r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$1.035 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.035} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.468} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.693} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.033} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{0.478} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed^-} : \underline{0.766} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{pl,Rd} : \frac{76.089}{1} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \frac{5.900}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \frac{1.191}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$A : \frac{28.50}{1} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \frac{221.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \frac{44.60}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{2669.77}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \frac{2803.26}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

$$k_y : \frac{1.00}{1}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

$$\chi_y : \frac{0.99}{1}$$

$$\chi_z : \frac{0.63}{1}$$

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.26}{1}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.95}{1}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,y} : \frac{2.606}{1} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{28.134}{1} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

 Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.035} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.591} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.33} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.010 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N42, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.290 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 28.105 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$: 28.134 t

$\tau_{T,Ed}$: 3.88 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Barra N24/N28

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N24 | N28 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.132} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_z &: 0.95 \\ N_{cr} &: 87.659 \text{ t} \\ N_{cr,y} &: 1199.442 \text{ t} \\ N_{cr,z} &: 87.659 \text{ t} \\ N_{cr,T} &: \infty \end{aligned}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.140 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.829 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.642 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.013} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.765} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.033} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

t_r : Espesor del ala.

$$t_r : \underline{8.50} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{12.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.469} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.696} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.132} \quad t$$

$$M_{y,Ed^+} : \underline{0.476} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed^-} : \underline{0.765} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.033} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.584} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.60} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \quad cm^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.284} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.090} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 6.01 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Barra N33/N37

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N33 | N37 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_o &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_o &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_o &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.085} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$Clase : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

χ_y : 0.99

χ_z : 0.63

ϕ_y : 0.54

ϕ_z : 1.08

α_y : 0.21

α_z : 0.34

$\bar{\lambda}_y$: 0.26

$\bar{\lambda}_z$: 0.95

N_{cr} : 87.659 t

$N_{cr,y}$: 1199.442 t

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^+ : 0.830 t·m

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.643} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.012} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.765} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.045} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.975} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_r: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
b : 100.00 mm
t_r : 8.50 mm
t_w : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.724} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.468} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.693} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

 $N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

 $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

 $W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

 k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

 $C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{0.057} \quad t \\ M_{y,Ed^+} &: \underline{0.477} \quad t \cdot m \\ M_{z,Ed^-} &: \underline{0.765} \quad t \cdot m \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \quad t \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \quad t \cdot m \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \quad t \cdot m \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{28.50} \quad cm^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{221.00} \quad cm^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{44.60} \quad cm^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \quad kp/cm^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \quad kp/cm^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 0.125 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : 8.14 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.045 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.975 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.598 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 1.12 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.005 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.132 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.
El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.120} \text{ t}$$

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$
$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.87} \text{ kp/cm}^2$$

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$
$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$
$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|---------|---------------------------------|--|--|--------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | $NM_y M_z$ | $NM_y M_z V_y V_z$ | M_t | $M_t V_z$ | $M_t V_y$ | |
| N46/N41 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 1.85 m $\eta = 1.0$ | CUMPLE $\eta = 72.3$ |
| N45/N40 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 1.85 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 72.6$ |
| N44/N39 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 1.9$ | x: 0.925 m $\eta = 13.9$ | x: 0 m $\eta = 63.9$ | x: 0 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.6$ | x: 1.85 m $\eta = 0.7$ | CUMPLE $\eta = 72.9$ |
| N34/N38 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.5$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.1$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 0.4$ | CUMPLE $\eta = 72.5$ |
| N33/N37 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 0.2$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 0.5$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N32/N36 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.6$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 72.6$ |
| N31/N35 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 2.0$ | x: 0.925 m $\eta = 13.9$ | x: 0 m $\eta = 63.9$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.9$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 72.9$ |
| N26/N30 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 0.7$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N25/N29 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 0.2$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N24/N28 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 1.0$ | CUMPLE $\eta = 72.5$ |
| N23/N27 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 1.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.7$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 73.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | CUMPLE $\eta = 73.9$ |
| N48/N43 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 5.3$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.5$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 79.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 1.85 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 79.1$ |

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_y V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

6.1.3. LISTADOS RAMPA SUR

6.1.3.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N2/N23 | 40.86 | 0.707 | 20.569 | -1.971 | -4.736 | -0.001 | 3.366 | 0.529 | GV | Cumple |
| N23/N24 | 46.37 | 0.707 | 18.797 | -1.140 | -2.652 | 0.000 | 5.259 | 0.437 | GV | Cumple |
| N24/N25 | 47.44 | 0.707 | 17.026 | -1.271 | -0.567 | 0.000 | 5.677 | 0.444 | GV | Cumple |
| N25/N26 | 46.45 | 0.000 | 15.224 | -1.298 | 1.468 | 0.000 | 5.677 | -0.448 | GV | Cumple |
| N26/N5 | 39.76 | 0.000 | 13.453 | -1.020 | 3.552 | -0.004 | 4.622 | -0.418 | GV | Cumple |
| N2/N3 | 69.88 | 0.000 | 0.000 | 2.589 | -0.087 | 0.000 | 0.460 | 0.739 | GV | Cumple |
| N3/N27 | 40.86 | 0.707 | 20.569 | 1.971 | -4.736 | 0.001 | 3.366 | -0.529 | GV | Cumple |
| N27/N28 | 46.37 | 0.707 | 18.797 | 1.140 | -2.652 | 0.000 | 5.259 | -0.437 | GV | Cumple |
| N28/N29 | 47.44 | 0.707 | 17.026 | 1.271 | -0.567 | 0.000 | 5.677 | -0.444 | GV | Cumple |
| N29/N30 | 46.45 | 0.000 | 15.224 | 1.298 | 1.468 | 0.000 | 5.677 | 0.448 | GV | Cumple |
| N30/N6 | 39.76 | 0.000 | 13.453 | 1.020 | 3.552 | 0.004 | 4.622 | 0.418 | GV | Cumple |
| N5/N6 | 68.38 | 0.000 | -0.014 | 2.606 | -0.169 | 0.000 | 0.148 | 0.784 | GV | Cumple |
| N8/N22 | 28.26 | 0.650 | 6.584 | -0.022 | 1.832 | 0.008 | -5.053 | -0.032 | GV | Cumple |
| N22/N5 | 30.43 | 0.000 | 6.748 | -0.977 | -10.976 | -0.008 | -5.061 | -0.115 | GV | Cumple |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N7/N21 | 28.26 | 0.650 | 6.584 | 0.022 | 1.832 | -0.008 | -5.053 | 0.032 | GV | Cumple |
| N21/N6 | 30.43 | 0.000 | 6.748 | 0.977 | -10.976 | 0.008 | -5.061 | 0.115 | GV | Cumple |
| N8/N7 | 8.21 | 0.925 | -0.253 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.413 | -0.010 | GV | Cumple |
| N8/N31 | 22.28 | 0.000 | 5.220 | -0.433 | -4.353 | 0.005 | -3.916 | 0.037 | GV | Cumple |
| N31/N32 | 20.59 | 0.000 | 3.492 | -1.404 | -1.687 | 0.000 | -1.193 | -0.532 | GV | Cumple |
| N32/N33 | 15.69 | 0.707 | 1.709 | -1.240 | -0.135 | 0.000 | 0.844 | 0.441 | GV | Cumple |
| N33/N34 | 18.19 | 0.000 | -0.724 | -1.315 | 1.397 | 0.000 | 0.087 | -0.455 | GV | Cumple |
| N34/N9 | 23.71 | 0.707 | -2.811 | -1.065 | 2.976 | -0.003 | -3.005 | 0.330 | GV | Cumple |
| N9/N10 | 69.57 | 0.000 | 0.389 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.188 | 0.784 | GV | Cumple |
| N7/N45 | 22.28 | 0.000 | 5.220 | 0.433 | -4.353 | -0.005 | -3.916 | -0.037 | GV | Cumple |
| N45/N46 | 20.59 | 0.000 | 3.492 | 1.404 | -1.687 | 0.000 | -1.193 | 0.532 | GV | Cumple |
| N46/N47 | 15.69 | 0.707 | 1.709 | 1.240 | -0.135 | 0.000 | 0.844 | -0.441 | GV | Cumple |
| N47/N48 | 18.19 | 0.000 | -0.724 | 1.315 | 1.397 | 0.000 | 0.087 | 0.455 | GV | Cumple |
| N48/N10 | 23.71 | 0.707 | -2.811 | 1.065 | 2.976 | 0.003 | -3.005 | -0.330 | GV | Cumple |
| N11/N20 | 30.02 | 0.650 | -6.418 | -0.002 | 10.281 | -0.008 | -5.505 | 0.022 | GV | Cumple |
| N20/N10 | 33.44 | 0.000 | -6.044 | 1.128 | -3.310 | 0.009 | -5.477 | 0.177 | GV | Cumple |
| N12/N19 | 30.02 | 0.650 | -6.418 | 0.002 | 10.281 | 0.008 | -5.505 | -0.022 | GV | Cumple |
| N19/N9 | 33.44 | 0.000 | -6.044 | -1.128 | -3.310 | -0.009 | -5.477 | -0.177 | GV | Cumple |
| N12/N11 | 8.61 | 0.000 | 0.224 | -0.069 | -0.887 | 0.000 | -0.158 | -0.067 | GV | Cumple |
| N12/N35 | 35.06 | 0.707 | -10.661 | -0.495 | -4.417 | 0.006 | 4.307 | 0.354 | GV | Cumple |
| N35/N36 | 46.35 | 0.707 | -12.431 | -1.392 | -2.331 | 0.000 | 5.973 | 0.456 | GV | Cumple |
| N36/N37 | 48.11 | 0.707 | -14.201 | -1.252 | -0.245 | 0.000 | 6.164 | 0.448 | GV | Cumple |
| N37/N38 | 49.09 | 0.000 | -16.001 | -1.237 | 1.791 | 0.000 | 6.164 | -0.444 | GV | Cumple |
| N38/N39 | 44.61 | 0.000 | -17.771 | -1.269 | 3.877 | 0.000 | 4.880 | -0.462 | GV | Cumple |
| N39/N1 | 45.87 | 0.355 | -20.712 | -3.791 | 4.599 | 0.001 | 0.000 | 0.880 | GV | Cumple |
| N11/N40 | 35.06 | 0.707 | -10.661 | 0.495 | -4.417 | -0.006 | 4.307 | -0.354 | GV | Cumple |
| N40/N41 | 46.35 | 0.707 | -12.431 | 1.392 | -2.331 | 0.000 | 5.973 | -0.456 | GV | Cumple |
| N41/N42 | 48.11 | 0.707 | -14.201 | 1.252 | -0.245 | 0.000 | 6.164 | -0.448 | GV | Cumple |
| N42/N43 | 49.09 | 0.000 | -16.001 | 1.237 | 1.791 | 0.000 | 6.164 | 0.444 | GV | Cumple |
| N43/N44 | 44.61 | 0.000 | -17.771 | 1.269 | 3.877 | 0.000 | 4.880 | 0.462 | GV | Cumple |
| N44/N4 | 45.87 | 0.355 | -20.712 | 3.791 | 4.599 | -0.001 | 0.000 | -0.880 | GV | Cumple |
| N1/N4 | 70.66 | 0.000 | 0.000 | 2.589 | -0.087 | 0.000 | 0.465 | 0.747 | GV | Cumple |
| N8/N6 | 11.68 | 2.261 | -0.779 | 0.004 | 0.009 | 0.000 | 0.033 | -0.005 | GV | Cumple |
| N5/N7 | 6.76 | 0.000 | 0.324 | -0.004 | 0.047 | 0.000 | 0.067 | -0.006 | GV | Cumple |
| N9/N11 | 7.88 | 0.000 | -0.447 | -0.005 | -0.029 | 0.000 | -0.024 | -0.007 | GV | Cumple |
| N12/N10 | 7.88 | 2.261 | -0.447 | 0.005 | 0.029 | 0.000 | -0.024 | -0.007 | GV | Cumple |
| N14/N17 | 71.82 | 1.879 | -14.581 | 0.008 | 0.318 | 0.000 | -0.219 | 0.298 | GV | Cumple |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|--------|---------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N14/N18 | 71.82 | 1.879 | -14.581 | -0.008 | 0.318 | 0.000 | -0.219 | -0.298 | GV | Cumple |
| N13/N15 | 27.77 | 1.526 | -14.077 | 0.097 | 0.868 | 0.000 | -0.878 | 0.058 | GV | Cumple |
| N13/N16 | 27.77 | 1.526 | -14.077 | -0.097 | 0.868 | 0.000 | -0.878 | -0.058 | GV | Cumple |
| N22/N15 | 34.10 | 0.550 | 0.955 | 0.165 | 13.289 | -0.008 | -7.160 | -0.007 | GV | Cumple |
| N15/N16 | 30.60 | 0.000 | 4.573 | 0.000 | -0.327 | 0.000 | -5.951 | -0.006 | GV | Cumple |
| N16/N21 | 34.10 | 0.000 | 0.955 | -0.165 | -13.289 | 0.008 | -7.160 | -0.007 | GV | Cumple |
| N19/N17 | 37.14 | 0.550 | 1.130 | 0.354 | 14.071 | 0.028 | -7.589 | -0.045 | GV | Cumple |
| N17/N18 | 34.43 | 0.000 | 2.901 | 0.014 | -0.327 | 0.000 | -6.765 | -0.048 | GV | Cumple |
| N18/N20 | 37.14 | 0.000 | 1.130 | -0.354 | -14.071 | -0.028 | -7.589 | -0.045 | GV | Cumple |
| N39/N44 | 79.11 | 0.000 | -2.507 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.481 | 0.768 | GV | Cumple |
| N38/N43 | 72.47 | 0.000 | -0.033 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | 0.766 | GV | Cumple |
| N37/N42 | 72.35 | 0.000 | 0.017 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | 0.765 | GV | Cumple |
| N36/N41 | 72.56 | 0.000 | 0.121 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | 0.766 | GV | Cumple |
| N35/N40 | 72.85 | 0.000 | -0.766 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.469 | 0.761 | GV | Cumple |
| N34/N48 | 72.49 | 0.000 | 0.250 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.473 | 0.764 | GV | Cumple |
| N33/N47 | 72.43 | 0.000 | -0.057 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | 0.765 | GV | Cumple |
| N32/N46 | 72.60 | 0.000 | 0.147 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.478 | 0.766 | GV | Cumple |
| N31/N45 | 72.90 | 0.000 | -0.842 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.468 | 0.760 | GV | Cumple |
| N26/N30 | 72.42 | 0.000 | 0.155 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.473 | 0.764 | GV | Cumple |
| N25/N29 | 72.37 | 0.000 | -0.010 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.477 | 0.765 | GV | Cumple |
| N24/N28 | 72.46 | 0.000 | -0.132 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.476 | 0.765 | GV | Cumple |
| N23/N27 | 73.91 | 0.000 | 0.833 | 2.606 | -0.157 | 0.000 | 0.481 | 0.770 | GV | Cumple |

6.1.3.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy | | Flecha máxima absoluta xz | | Flecha activa absoluta xy | | Flecha activa absoluta xz | | |
| | Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa relativa xy | | Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N2/N5 | 2.121 | 0.51 | 1.767 | 2.37 | 2.298 | 0.52 | 1.767 | 2.22 | |
| | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | 2.121 | L/(>1000) | 1.767 | L/(>1000) | |
| N2/N3 | 0.925 | 2.59 | 0.925 | 0.54 | 0.925 | 2.57 | 0.925 | 0.49 | |
| | 0.925 | L/714.8 | 0.925 | L/(>1000) | 0.925 | L/720.5 | 0.925 | L/(>1000) | |

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N3/N6 | 2.121 | 0.51 | 1.767 | 2.37 | 1.944 | 0.52 | 1.767 | 2.14 | |
| | 2.121 | L/>1000 | 1.767 | L/>1000 | 2.121 | L/>1000 | 1.767 | L/>1000 | |
| N5/N6 | 0.925 | 2.19 | 0.925 | 0.39 | 0.925 | 2.18 | 0.925 | 0.32 | |
| | 0.925 | L/843.3 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/848.5 | 0.925 | L/>1000 | |
| N8/N5 | 0.975 | 0.05 | 0.650 | 0.43 | 0.975 | 0.07 | 0.650 | 0.37 | |
| | 0.975 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.975 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | |
| N7/N6 | 0.975 | 0.05 | 0.650 | 0.43 | 0.975 | 0.05 | 0.650 | 0.41 | |
| | 0.975 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.975 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | |
| N8/N7 | 1.110 | 0.10 | 0.925 | 0.34 | 1.110 | 0.11 | 0.925 | 0.27 | |
| | 1.110 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | 1.110 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | |
| N8/N9 | 2.475 | 0.13 | 1.768 | 0.52 | 2.298 | 0.14 | 1.768 | 0.57 | |
| | 0.354 | L/>1000 | 1.768 | L/>1000 | 0.354 | L/>1000 | 1.768 | L/>1000 | |
| N9/N10 | 0.925 | 2.19 | 0.925 | 0.42 | 0.925 | 2.18 | 0.925 | 0.35 | |
| | 0.925 | L/843.7 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/848.8 | 0.925 | L/>1000 | |
| N7/N10 | 2.475 | 0.13 | 1.768 | 0.72 | 2.651 | 0.14 | 1.768 | 0.72 | |
| | 0.354 | L/>1000 | 1.768 | L/>1000 | 0.354 | L/>1000 | 1.768 | L/>1000 | |
| N11/N10 | 0.650 | 0.14 | 0.650 | 0.46 | 0.650 | 0.13 | 0.650 | 0.40 | |
| | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | |
| N12/N9 | 0.650 | 0.13 | 0.650 | 0.46 | 0.813 | 0.15 | 0.650 | 0.40 | |
| | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | 0.650 | L/>1000 | |
| N12/N11 | 0.555 | 0.13 | 0.925 | 0.31 | 0.555 | 0.15 | 0.925 | 0.23 | |
| | 0.555 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | 0.555 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | |
| N12/N1 | 1.414 | 0.45 | 1.944 | 3.14 | 1.591 | 0.46 | 1.944 | 2.82 | |
| | 1.414 | L/>1000 | 1.944 | L/>1000 | 1.414 | L/>1000 | 1.944 | L/>1000 | |
| N11/N4 | 1.414 | 0.44 | 1.944 | 3.14 | 1.237 | 0.45 | 1.944 | 2.82 | |
| | 1.414 | L/>1000 | 1.944 | L/>1000 | 1.414 | L/>1000 | 1.944 | L/>1000 | |
| N1/N4 | 0.925 | 2.51 | 0.925 | 0.54 | 0.925 | 2.49 | 0.925 | 0.49 | |
| | 0.925 | L/736.4 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/742.5 | 0.925 | L/>1000 | |
| N8/N6 | 1.507 | 0.17 | 1.131 | 0.26 | 1.507 | 0.15 | 0.942 | 0.26 | |
| | 1.507 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | 1.507 | L/>1000 | 0.942 | L/>1000 | |
| N5/N7 | 0.754 | 0.17 | 1.131 | 0.14 | 0.754 | 0.19 | 0.942 | 0.23 | |
| | 0.754 | L/>1000 | 0.754 | L/>1000 | 0.754 | L/>1000 | 1.319 | L/>1000 | |
| N9/N11 | 1.319 | 0.19 | 1.131 | 0.32 | 0.942 | 0.34 | 1.131 | 0.32 | |
| | 1.319 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | 1.319 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | |
| N12/N10 | 1.131 | 0.27 | 1.131 | 0.20 | 1.131 | 0.25 | 1.131 | 0.29 | |
| | 1.131 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | 1.131 | L/>1000 | |
| N14/N17 | 1.879 | 4.78 | 2.584 | 0.42 | 1.879 | 4.80 | 2.584 | 0.36 | |

| Flechas | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) |
| | 1.879 | L/785.7 | 2.584 | L/>1000 | 1.879 | L/786.0 | 2.584 | L/>1000 |
| N14/N18 | 1.879 | 4.78 | 2.584 | 0.42 | 1.879 | 4.78 | 2.349 | 0.38 |
| | 1.879 | L/785.7 | 2.584 | L/>1000 | 1.879 | L/786.0 | 2.584 | L/>1000 |
| N13/N15 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.15 |
| | 0.954 | L/>1000 | 1.144 | L/>1000 | 0.954 | L/>1000 | 1.144 | L/>1000 |
| N13/N16 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 | 0.954 | 0.36 | 1.144 | 0.18 |
| | 0.954 | L/>1000 | 1.144 | L/>1000 | 0.954 | L/>1000 | 1.144 | L/>1000 |
| N22/N21 | 1.113 | 0.02 | 0.925 | 1.06 | 1.113 | 0.02 | 0.925 | 0.89 |
| | 1.113 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | 1.113 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 |
| N19/N20 | 0.925 | 0.06 | 0.925 | 1.16 | 0.925 | 0.07 | 0.925 | 0.98 |
| | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/>1000 |
| N39/N44 | 0.925 | 2.43 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.39 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/762.3 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/774.0 | 0.925 | L/>1000 |
| N38/N43 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/756.0 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/767.6 | 0.925 | L/>1000 |
| N37/N42 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/753.0 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/764.5 | 0.925 | L/>1000 |
| N36/N41 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/755.4 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/767.0 | 0.925 | L/>1000 |
| N35/N40 | 0.925 | 2.50 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.57 |
| | 0.925 | L/738.9 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/751.0 | 0.925 | L/>1000 |
| N34/N48 | 0.925 | 2.48 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.44 | 0.925 | 0.57 |
| | 0.925 | L/747.2 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/759.5 | 0.925 | L/>1000 |
| N33/N47 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/754.5 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/766.0 | 0.925 | L/>1000 |
| N32/N46 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/755.8 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/767.3 | 0.925 | L/>1000 |
| N31/N45 | 0.925 | 2.51 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.47 | 0.925 | 0.57 |
| | 0.925 | L/737.4 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/749.5 | 0.925 | L/>1000 |
| N26/N30 | 0.925 | 2.47 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.43 | 0.925 | 0.57 |
| | 0.925 | L/749.1 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/761.4 | 0.925 | L/>1000 |
| N25/N29 | 0.925 | 2.45 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/754.5 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/766.0 | 0.925 | L/>1000 |
| N24/N28 | 0.925 | 2.46 | 0.925 | 0.66 | 0.925 | 2.42 | 0.925 | 0.57 |
| | 0.925 | L/752.2 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/763.7 | 0.925 | L/>1000 |
| N23/N27 | 0.925 | 2.41 | 0.925 | 0.67 | 0.925 | 2.37 | 0.925 | 0.58 |
| | 0.925 | L/767.8 | 0.925 | L/>1000 | 0.925 | L/779.7 | 0.925 | L/>1000 |

6.1.3.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N39/N44

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N39 | N44 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{87.659} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1943.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{142.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{6.92} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{13000.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{1.850} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{1.850} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : \underline{8.55} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{8.26} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{2.23} \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_o : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{10.25} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.
 Siendo:

$A_{fc,ef}$: $\frac{8.50}{}$ cm²
 k : $\frac{0.30}{}$
 E : $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 f_{yf} : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.027} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.053} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.507 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 76.089 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 47.631 t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.99

χ_z : 0.63

Siendo:

φ_y : 0.54

φ_z : 1.08

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_y : 0.26

λ̄_z : 0.95

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 87.659 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N39, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\eta : 0.141 \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : 0.832 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : 0.000 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

$$\eta : 0.645 \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : 0.768 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : 0.219 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : 1.191 \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Clase : 1

W_{pl,z} : 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.024 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 21.604 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²

b : 100.00 mm

t_r : 8.50 mm

t_w : 5.60 mm

r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

 λ_w : 28.39
 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71
 ϵ : Factor de reducción.

 ϵ : 0.92

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

 f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

 η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

 V_{Ed} : 2.606 t

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

 $V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

 A_v : 18.25 cm²

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

 A : 28.50 cm²
 d : Altura del alma.

 d : 183.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

 t_w : 5.60 mm

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

 f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.024 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 1.024 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.606 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.759 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.529 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.791 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \frac{2.507}{1} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed^+} : \frac{0.481}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed^+} : \frac{0.768}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \frac{1}{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \frac{76.089}{1} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \frac{5.900}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \frac{1.191}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$A : \frac{28.50}{1} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \frac{221.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \frac{44.60}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{2669.77}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \frac{2803.26}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

$$k_y : \frac{1.00}{1}$$

$$k_z : \frac{1.07}{1}$$

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

$$\chi_y : \frac{0.99}{1}$$

$$\chi_z : \frac{0.63}{1}$$

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.26}{1}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.95}{1}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{Ed,y}$: 2.606 t

$V_{c,Rd,y}$: 28.134 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N39, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.024 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.591} \text{ t}$$

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.33} \text{ kp/cm}^2$$

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N44, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.260} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Barra N23/N27

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N23 | N27 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.834} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.067} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : 76.089 \text{ t}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

$$N_{b,Rd} : 47.631 \text{ t}$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.141} \quad \checkmark$$

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.834} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

$$\eta : \underline{0.647} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.770} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.013} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.037 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 b : Ancho de la sección.
 t_r : Espesor del ala.
 t_w : Espesor del alma.
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
 b : 100.00 mm
 t_r : 8.50 mm
 t_w : 5.60 mm
 r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N23, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 28.50 cm²

d : 183.00 mm

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.939 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.939} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.739} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.719} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: \underline{0.833} \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: \underline{0.481} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^+} &: \underline{0.770} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

 $M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{0.430} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

 $\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{194.45} \text{ kp/cm}^2$$

 $W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

 A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 $M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

 $V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,y} : \underline{2.606} \text{ t}$$

 $V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,y} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N27, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.037 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.583 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t
 $\tau_{T,Ed}$: 3.75 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 8.14 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.011 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N23, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.296} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.088} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{6.25} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Barra N31/N45

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N31 | N45 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.013 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.020 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.975 \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 76.089 \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 1$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 47.631 \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : 0.99$$

$$\chi_z : 0.63$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\psi_y : 0.54$$

$$\psi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.139 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N31, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{ed}^+ : 0.820 \text{ t·m}$$

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.639 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 0.760 \text{ t}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : 0.014 \text{ t}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : 1.191 \text{ t}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z} : 44.60 \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{MO} : 1.05$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.045 \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed} : 0.976 \text{ t}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$A_v : 14.02 \text{ cm}^2$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r: Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.
d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

A : 28.50 cm²
d : 183.00 mm
t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.729} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.483} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.719} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N31, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.842} \quad t$$

$$M_{y,Ed} : \underline{0.468} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.760} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$\alpha_z : 0.60$ **Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$

$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N35/N40

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N35 | N40 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.012 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.019 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.897 \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 76.089 \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 1$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 47.631 \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi : 0.99$$

$$\chi : 0.63$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.139 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{ed}^+ : 0.820 \text{ t·m}$$

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.639 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.761 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.157 t·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,z} : 44.60 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.046 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.998 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 21.604 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r: Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.998 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.998 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.729 ✓

$$\eta : \underline{0.481} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.716} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N35, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{0.766} \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: \underline{0.469} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: \underline{0.761} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{76.089} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{28.50} \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{221.00} \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{44.60} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: \underline{1.00} \\ C_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: \underline{0.99} \\ \chi_z &: \underline{0.63} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: \underline{0.26} \\ \bar{\lambda}_z &: \underline{0.95} \\ \alpha_y &: \underline{0.60} \\ \alpha_z &: \underline{0.60} \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \frac{2.606}{28.134} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{28.134}{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N35, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Lateral)+1.5-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.998} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.591} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.33} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \quad cm^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N40, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.192} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.105} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Barra N32/N46

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N32 | N46 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.168} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.054} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.830 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.643 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.766 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.012 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{c,Rd} : 1.191 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.045 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.980 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 14.02 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$b : 100.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 8.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

$$r : 12.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 28.39$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : 64.71$$

 ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : 0.92$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : 2395.51 \text{ kp/cm}^2$$

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.093 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.606 \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 18.25 \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área de la sección bruta.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

 d : Altura del alma.

$$d : 183.00 \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.726 ✓

η : 0.722 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A : Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.147 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.478 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^+} &: 0.766 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.468 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 211.97 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N36/N41

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N36 | N41 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.140} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.054} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.141 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N36, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^+ : 0.831 t-m

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^- : 0.000 t-m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t-m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.643 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^+ : 0.766 t-m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{ed}^- : 0.207 t-m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

M_{c,Rd} : 1.191 t·m

Clase : 1

W_{pl,z} : 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.019 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 21.604 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²

b : 100.00 mm

t_r : 8.50 mm

t_w : 5.60 mm

r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N36, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.019 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.019} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.726} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.723} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N36, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.
 $M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.
 $M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A: Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.121 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.478 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^+} &: 0.766 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.471 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 212.99 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.003 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.047 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N36, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.019 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.591 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 2.33 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N41, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.247} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.105} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N34/N48

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N34 | N48 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.375} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{28.50} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.026} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,z}$: 87.659 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.140 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N34, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.824 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.641 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.764 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.014 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.045} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.966} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$$t_r : \underline{8.50} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

$$r : \underline{12.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{28.39}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.25} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{183.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.725 ✓

η : 0.719 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A: Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$\begin{aligned} N_{t,Ed} &: 0.250 \text{ t} \\ M_{y,Ed^+} &: 0.473 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed^+} &: 0.764 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$M_{ef,Ed} : 0.457 \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : 206.89 \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : 221.00 \text{ cm}^3$$

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : 5.900 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.125 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.045 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N48, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.966 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.000 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 21.595 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 21.604 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 1.65 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N34, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.107} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.113} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.75} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N38/N43

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N38 | N43 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.062} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1199.442} \text{ t}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{87.659} \text{ t}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N38, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\eta : 0.141 \quad \checkmark$$

$$M_{ed}^+ : 0.831 \quad \text{t-m}$$

$$M_{ed}^- : 0.000 \quad \text{t-m}$$

$$M_{c,Rd} : 5.900 \quad \text{t-m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,y} : 221.00 \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{mo} : 1.05$$

$$\eta : 0.643 \quad \checkmark$$

$$M_{ed}^+ : 0.766 \quad \text{t-m}$$

$$M_{ed}^- : 0.247 \quad \text{t-m}$$

$$M_{c,Rd} : 1.191 \quad \text{t-m}$$

$$\text{Clase} : 1$$

$$W_{pl,z} : 44.60 \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N38, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.035 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.
 b : Ancho de la sección.
 t_r : Espesor del ala.
 t_w : Espesor del alma.
 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
 b : 100.00 mm
 t_r : 8.50 mm
 t_w : 5.60 mm
 r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N38, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$1.035 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.035} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.468} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.693} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N38, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.033} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{0.478} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed^+} : \underline{0.766} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$



$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{pl,Rd} : \frac{76.089}{1} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \frac{5.900}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \frac{1.191}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$A : \frac{28.50}{1} \text{ cm}^2$$

$$W_{pl,y} : \frac{221.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \frac{44.60}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{2669.77}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \frac{2803.26}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

$$k_y : \frac{1.00}{1}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

$$\chi_y : \frac{0.99}{1}$$

$$\chi_z : \frac{0.63}{1}$$

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.26}{1}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.95}{1}$$

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,y} : \frac{2.606}{1} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \frac{28.134}{1} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

 Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N38, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.035} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.591} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.33} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N43, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.290} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.105} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.88} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Barra N24/N28

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N24 | N28 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.132} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{47.631} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\phi_y : \underline{0.54}$$

$$\phi_z : \underline{1.08}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_z &: 0.95 \\ N_{cr} &: 87.659 \text{ t} \\ N_{cr,y} &: 1199.442 \text{ t} \\ N_{cr,z} &: 87.659 \text{ t} \\ N_{cr,T} &: \infty \end{aligned}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.140 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.829 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.642 \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.765 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.013 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.033 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b: Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r: Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.093 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.

A : 28.50 cm²
 d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.469} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.696} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.132} \quad t$$

$$M_{y,Ed} : \underline{0.476} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.765} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \underline{2.606} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.125} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.048} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N28, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.033} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.584} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.60} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N24, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.284} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.090} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 6.01 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Barra N33/N47

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N33 | N47 | 1.850 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| Pandeo | | Pandeo lateral | | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 1.850 | 1.850 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.95 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 87.659 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 1199.442 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 87.659 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 1.850 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.002 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 0.085 \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 76.089 \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 1$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 47.631 \quad t$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 28.50 \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi : 0.99$$

$$\chi : 0.63$$

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\phi_y : 0.54$$

$$\phi_z : 1.08$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.26$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.95$$

$$N_{cr} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 1199.442 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 87.659 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.141 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.925 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.830 \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.000 \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 5.900 \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 221.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.643 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.765} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.012} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.045} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 1.5 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.975} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{100.00} \text{ mm}$$

t_r: Espesor del ala.

$$t_r : \underline{8.50} \text{ mm}$$

t_w: Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.60} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : **0.093** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.
d: Altura del alma.
t_w: Espesor del alma.

A : 28.50 cm²
d : 183.00 mm
t_w : 5.60 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

0.939 t ≤ 10.802 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.939 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 21.604 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V_{c,Rd}**.

2.606 t ≤ 14.067 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.606 t

V_{c,Rd}: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

V_{c,Rd} : 28.134 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.724} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.468} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.693} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.057} \quad t$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.477} \quad t \cdot m$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.765} \quad t \cdot m$$

$$Clase : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{76.089} \quad t$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{5.900} \quad t \cdot m$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{1.191} \quad t \cdot m$$

$$A : \underline{28.50} \quad cm^2$$

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \quad cm^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \quad cm^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.99}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.26}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.95}$$

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : 0.60$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.606 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : 2.606 \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.001 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : 0.125 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : 8.14 \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.045} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+1.5·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.975} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{21.598} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.12} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{8.14} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N33, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.132} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{28.120} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 1.87 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 8.14 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|---------|---------------------------------|--|--|--------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------------|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | $NM_y M_z$ | $NM_y M_z V_y V_z$ | M_t | $M_t V_z$ | $M_t V_y$ | |
| N38/N43 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 1.85 m $\eta = 1.0$ | CUMPLE $\eta = 72.5$ |
| N37/N42 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.8$ | x: 1.85 m $\eta = 1.0$ | CUMPLE $\eta = 72.3$ |
| N36/N41 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.7$ | x: 1.85 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 72.6$ |
| N35/N40 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | $\eta = 1.9$ | x: 0.925 m $\eta = 13.9$ | x: 0 m $\eta = 63.9$ | x: 0 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 4.6$ | x: 1.85 m $\eta = 0.7$ | CUMPLE $\eta = 72.9$ |
| N34/N48 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta = 0.5$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.1$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 0.4$ | CUMPLE $\eta = 72.5$ |
| N33/N47 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | $\eta = 0.2$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 0.5$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N32/N46 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.6$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 72.6$ |
| N31/N45 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | $\eta = 2.0$ | x: 0.925 m $\eta = 13.9$ | x: 0 m $\eta = 63.9$ | x: 1.85 m $\eta = 4.5$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.9$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 72.9$ |
| N26/N30 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.6$ | x: 0 m $\eta = 0.7$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N25/N29 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | $\eta = 0.2$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.3$ | x: 1.85 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.7$ | x: 0 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 72.4$ |
| N24/N28 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0.925 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 64.2$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 72.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 1.0$ | CUMPLE $\eta = 72.5$ |
| N23/N27 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple | $\eta = 1.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.925 m $\eta = 14.1$ | x: 0 m $\eta = 64.7$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 9.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 73.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.4$ | x: 1.85 m $\eta = 4.8$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | CUMPLE $\eta = 73.9$ |

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

6.1.4 Listado Mirador

6.1.4.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N1/N2 | 23.79 | 0.300 | 0.000 | -0.130 | 2.196 | 0.000 | -0.341 | 0.048 | GV | Cumple |
| N4/N6 | 29.27 | 2.000 | 0.153 | -0.175 | 2.783 | 0.003 | -5.692 | 0.109 | GV | Cumple |
| N6/N3 | 29.62 | 0.000 | 0.649 | -0.101 | -2.772 | -0.003 | -5.665 | -0.117 | GV | Cumple |
| N4/N5 | 27.96 | 1.250 | -0.037 | -0.002 | 0.001 | 0.000 | 1.430 | -0.044 | GV | Cumple |
| N5/N7 | 29.00 | 2.000 | 0.014 | 0.070 | 2.785 | -0.003 | -5.697 | -0.101 | GV | Cumple |
| N7/N2 | 29.30 | 0.000 | 0.657 | 0.078 | -2.777 | 0.003 | -5.659 | 0.105 | GV | Cumple |
| N6/N9 | 17.47 | 0.375 | -0.138 | 0.319 | 7.911 | 0.042 | -1.920 | -0.037 | GV | Cumple |
| N9/N8 | 10.30 | 0.000 | 1.441 | 0.267 | -4.200 | 0.000 | -1.913 | 0.022 | GV | Cumple |
| N8/N7 | 17.50 | 0.000 | -0.140 | -0.319 | -7.927 | -0.042 | -1.917 | -0.037 | GV | Cumple |
| N6/N5 | 15.21 | 0.000 | 0.109 | -0.003 | -0.326 | 0.000 | -0.469 | -0.006 | GV | Cumple |
| N4/N7 | 15.25 | 3.202 | 0.105 | 0.003 | 0.326 | 0.000 | -0.469 | -0.006 | GV | Cumple |
| N3/N7 | 15.25 | 3.202 | 0.510 | 0.000 | 0.322 | 0.000 | -0.465 | -0.002 | GV | Cumple |
| N6/N2 | 14.82 | 0.000 | 0.204 | -0.003 | -0.310 | 0.000 | -0.452 | -0.006 | GV | Cumple |
| N10/N8 | 58.50 | 2.933 | -9.985 | -0.010 | 0.047 | 0.001 | -0.045 | -0.731 | GV | Cumple |

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------|--------------|-------------------|--------|--------|----------|----------|----------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N10/N9 | 58.47 | 2.933 | -9.975 | 0.010 | 0.047 | -0.001 | -0.045 | 0.731 | GV | Cumple |
| N3/N1 | 27.49 | 1.320 | 0.000 | 0.001 | 0.193 | 0.000 | 1.377 | -0.049 | G | Cumple |

6.1.4.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | | |
|---------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|--|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy | | Flecha máxima absoluta xz | | Flecha activa absoluta xy | | Flecha activa absoluta xz | | |
| | Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa relativa xy | | Flecha activa relativa xz | | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | |
| N1/N2 | 0.150 | 0.02 | 0.150 | 0.00 | 0.150 | 0.02 | 0.150 | 0.00 | |
| | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | |
| N4/N3 | 1.000 | 0.11 | 2.000 | 2.37 | 0.800 | 0.17 | 2.000 | 1.49 | |
| | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | |
| N4/N5 | 1.250 | 0.47 | 1.250 | 1.66 | 1.250 | 0.90 | 1.250 | 1.06 | |
| | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | |
| N5/N2 | 1.200 | 0.11 | 2.000 | 2.37 | 0.800 | 0.11 | 2.000 | 1.49 | |
| | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | |
| N6/N7 | 1.250 | 0.39 | 0.375 | 0.19 | 1.250 | 0.39 | 0.375 | 0.12 | |
| | 1.250 | L/(>1000) | 0.375 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 0.375 | L/(>1000) | |
| N6/N5 | 0.800 | 0.11 | 2.401 | 0.36 | 2.401 | 0.13 | 2.401 | 0.23 | |
| | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | |
| N4/N7 | 1.401 | 0.12 | 0.800 | 0.36 | 1.000 | 0.17 | 0.800 | 0.23 | |
| | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | |
| N3/N7 | 2.001 | 0.15 | 0.800 | 0.35 | 1.801 | 0.18 | 0.800 | 0.22 | |
| | 2.001 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.001 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | |
| N6/N2 | 1.000 | 0.13 | 2.401 | 0.31 | 1.000 | 0.12 | 2.401 | 0.21 | |
| | 1.000 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 1.000 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | |
| N10/N8 | 2.933 | 10.33 | 1.833 | 0.09 | 2.933 | 10.44 | 2.566 | 0.15 | |
| | 2.933 | L/567.9 | 1.466 | L/(>1000) | 2.933 | L/569.9 | 1.466 | L/(>1000) | |
| N10/N9 | 2.933 | 10.33 | 2.933 | 0.40 | 2.933 | 10.44 | 2.933 | 0.37 | |
| | 2.933 | L/567.9 | 2.933 | L/(>1000) | 2.933 | L/569.9 | 2.933 | L/(>1000) | |
| N3/N1 | 1.320 | 0.42 | 1.100 | 1.28 | 1.320 | 0.45 | 1.100 | 0.83 | |
| | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | |

6.1.4.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N8

| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|----------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N10 | N8 | 5.866 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _K | 5.866 | 5.866 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.389 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 722.765 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : 48.389 \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : 11770.00 \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : 788.00 \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 28.06 \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 199000.00 \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : 2140673 \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : 825688 \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : 5.866 \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : 5.866 \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : 0.000 \text{ m}$$

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_o : 14.16 \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : 13.71 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.55 \text{ cm}$$

y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_o : 0.00 \text{ mm}$$

$$z_o : 0.00 \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : 307.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 7.50 \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : 23.03 \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.
 Siendo:

$A_{fc,ef}$: $\frac{18.40}{}$ cm²
 k : $\frac{0.30}{}$
 E : $\frac{2140673}{}$ kp/cm²
 f_{yf} : $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : $\frac{0.075}{}$ ✓

η : $\frac{0.327}{}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: $\frac{12.481}{}$ t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: $\frac{167.128}{}$ t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase: $\frac{3}{}$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: $\frac{62.60}{}$ cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: $\frac{2669.77}{}$ kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y: $\frac{2803.26}{}$ kp/cm²

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO}: $\frac{1.05}{}$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: $\frac{38.178}{}$ t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: $\frac{62.60}{}$ cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}: $\frac{2669.77}{}$ kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M1} : 1.05

χ_y : 0.93

χ_z : 0.23

ϕ_y : 0.65

ϕ_z : 2.60

α_y : 0.21

α_z : 0.34

$\bar{\lambda}_y$: 0.49

$\bar{\lambda}_z$: 1.90

N_{cr} : 48.389 t

$N_{cr,y}$: 722.765 t

$N_{cr,z}$: 48.389 t

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.016 ✓

Para flexión positiva:

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

M_{ed}^+ : 0.000 t·m

M_{ed}^- : 0.352 t·m

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.179} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.734} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.148} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

ε: Factor de reducción.

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$V_{c,Rd} : 47.479 \text{ t}$$

$$A_v : 30.80 \text{ cm}^2$$

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$b : 160.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 11.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 7.50 \text{ mm}$$

$$r : 18.00 \text{ mm}$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

$$\lambda_w : 36.13$$

$$\lambda_{máx} : 64.71$$

$$\epsilon : 0.92$$

$$f_{ref} : 2395.51 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\eta : 0.009 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.529 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$$A_v : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$d : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.099 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.099} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.445 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.367 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.445 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.340} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.388} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.585} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{c,Ed} : \underline{9.985} \quad \text{t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{0.045} \quad \text{t·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.731} \quad \text{t·m}$$

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{167.128} \quad \text{t}$$

$$M_{el,Rd,y} : \underline{19.044} \quad \text{t·m}$$

$$M_{el,Rd,z} : \underline{2.630} \quad \text{t·m}$$

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

$$W_{el,y} : \underline{713.33} \quad \text{cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{98.50} \quad \text{cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.16}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.90}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.510 \text{ t} \leq 30.473 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \underline{0.510} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \underline{60.946} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.086} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t·m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.453} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.08} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.529} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t·m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.946} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$: 61.001 t
 $\tau_{T,Ed}$: 3.47 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{M0} : 1.05

Barra N10/N9

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N10 | N9 | 5.866 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 5.866 | 5.866 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.389 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 722.765 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 48.389 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.333} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{12.707} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{38.178} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.93$$

$$\chi_z : 0.23$$

$$\phi_y : 0.65$$

$$\phi_z : 2.60$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.90$$

$$N_{cr} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 722.765 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.020 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.429 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 21.465 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 804.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.179} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.734} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.514} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

ε: Factor de reducción.

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

V_{Ed}: 47.479 t

A_v: 30.80 cm²

A: 62.60 cm²

b: 160.00 mm

t_r: 11.50 mm

t_w: 7.50 mm

r: 18.00 mm

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: 1.05

36.13 < 64.71 ✓

λ_w: 36.13

λ_{máx}: 64.71

ε: 0.92

f_{ref}: 2395.51 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η: 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}: 0.529 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$$A_v : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$d : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.514 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.514} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.445 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.367 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.445 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.340 ✓

η : 0.388 ✓

η : 0.585 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{c,Ed}$: 9.975 t

$M_{y,Ed}$: 0.045 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.731 t·m

Clase : 3

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{el,Rd,y}$: 19.044 t·m

$M_{el,Rd,z}$: 2.630 t·m

A : 62.60 cm²

$W_{el,y}$: 713.33 cm³

$W_{el,z}$: 98.50 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : 1.05

k_y : 1.02

k_z : 1.16

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y : 0.93

χ_z : 0.23

$\bar{\lambda}_y$: 0.49

$\bar{\lambda}_z$: 1.90

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.514 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{0.514} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.086} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t·m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.453} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.09} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.529} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t·m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.946} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.48} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Barra N6/N3

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N6 | N3 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.850} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.063} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{135.630} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.81}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.51}$$

$$\phi_z : \underline{0.79}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.65}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{416.214} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{6216.794} \text{ t}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{416.214} \text{ t}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

η : 0.265 ✓

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

M_{Ed}^- : 5.695 t·m

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Clase : 1

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

η : 0.031 ✓

M_{Ed}^+ : 0.063 t·m

M_{Ed}^- : 0.127 t·m

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Clase : 1

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.059 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.787 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 30.80 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 62.60 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 160.00 mm

t_r : Espesor del ala.

t_r : 11.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 18.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

36.13 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 36.13

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.171 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

d : Altura del alma.

d : 307.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.787 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.787} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.170 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.170} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.296} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.289} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.649} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{5.665} \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.117} \text{ t·m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{21.465} \text{ t·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

A : Área de la sección bruta.

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{-5.599} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{696.34} \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : \underline{21.465} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

$$2.787 \text{ t} \leq 23.664 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,z} : \underline{2.787} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.328} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.059 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.787 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 47.328 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 47.479 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 12.20 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.171} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.963} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N7/N2

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N7 | N2 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | | - | | 1.000 | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.707} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.519} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{c,Rd} : 167.128 t

Clase : 3

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m0} : 1.05

N_{b,Rd} : 135.630 t

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1} : 1.05

χ_y : 1.00

χ_z : 0.81

φ_y : 0.51

φ_z : 0.79

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄_y : 0.17

λ̄_z : 0.65

N_{cr} : 416.214 t

N_{cr,y} : 6216.794 t

N_{cr,z} : 416.214 t

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.265 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t-m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{5.689} \text{ t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{21.465} \text{ t-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.118} \text{ t-m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.007} \text{ t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.059 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.792 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 47.479 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 30.80 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$b : 160.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 11.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 7.50 \text{ mm}$$

$$r : 18.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 36.13$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{máx} : 64.71$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.079 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.792 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.792 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.079 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.079 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.293 ✓

η : 0.286 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.657 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.659 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.105 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ed,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ed,Ed}$: -5.592 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 695.46 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.792 \text{ t} \leq 23.669 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{2.792} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.337} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.792} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.337} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{11.47} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.079} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.966} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.22} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Barra N4/N6

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N4 | N6 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.198} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.212} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{c,Rd} : 167.128 t

Clase : 3

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m0} : 1.05

N_{b,Rd} : 135.630 t

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1} : 1.05

χ_y : 1.00

χ_z : 0.81

φ_y : 0.51

φ_z : 0.79

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄_y : 0.17

λ̄_z : 0.65

N_{cr} : 416.214 t

N_{cr,y} : 6216.794 t

N_{cr,z} : 416.214 t

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.265 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

M_{Ed}^- : 5.696 t·m

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.028 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

M_{Ed}^+ : 0.115 t·m

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{160.00} \text{ mm}$$

 t_r : Espesor del ala.

$$t_r : \underline{11.50} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{36.13}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

 ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.223 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.620 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.620 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.115 t ≤ 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.115 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.293 ✓

η : 0.291 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.153 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.692 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.109 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,x}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed}$: -5.676 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 706.02 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.620 \text{ t} \leq 23.663 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z}$: 2.620 t

$V_{c,Rd,z}$: 47.326 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.376 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.326} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{12.35} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \quad cm^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.223} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.002} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.845} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{9.85} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Barra N5/N7

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N5 | N7 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.158} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.212} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

$$Clase : \underline{3}$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{135.630} \text{ t}$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{m1} : \underline{1.05}$$

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.81}$$

$$\phi_y : \underline{0.51}$$

$$\phi_z : \underline{0.79}$$

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.65}$$

$$N_{cr} : \underline{416.214} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{6216.794} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{416.214} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.265} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 5.697 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.025 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.101 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{160.00} \text{ mm}$$

 t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{11.50} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{36.13}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

 ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.075 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²
 d : 307.00 mm
 t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.620 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.620 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.075 t \leq 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.075 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.290 ✓

η : 0.290 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.014 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.697 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.101 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed}$: -5.696 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 708.42 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.620 \text{ t} \leq 23.663 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{2.620} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.326} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.326} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{12.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.075} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.805} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{12.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Barra N4/N5

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | Longitud | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N4 | N5 | 2.500 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.500 | 2.500 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.29 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.002 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 656.815 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 48.002 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.500 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.500 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.038} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.089} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{32.846} \text{ t}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.43}$$

$$\phi_y : \underline{0.58}$$

$$\phi_z : \underline{1.52}$$

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.35}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.29}$$

$$N_{cr} : \underline{48.002} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{656.815} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{48.002} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.243} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.250 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 1.432 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.064 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.076 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.067 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.133 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.880 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r : Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.

V_{Ed} : 0.190 t

El esfuerzo cortante resistente de cculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.878 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.878} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.187 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.187} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.280} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.265} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.183} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.250 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.037} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{1.430} \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.044} \text{ t·m}$$



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$: 5.900 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.191 t·m

A : 28.50 cm²

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : 1.05

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y : 0.97

χ_z : 0.43

$\bar{\lambda}_y$: 0.35

$\bar{\lambda}_z$: 1.29

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

2.878 t ≤ 10.802 t ✓

$V_{Ed,z}$: 2.878 t

$V_{c,Rd,z}$: 21.604 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N3/N1

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N3 | N1 | 2.200 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 2.200 | 2.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

- h_w**: Altura del alma.
 - t_w**: Espesor del alma.
 - A_w**: Área del alma.
 - A_{fc,ef}**: Área reducida del ala comprimida.
 - k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 - E**: Módulo de elasticidad.
 - f_{yf}**: Límite elástico del acero del ala comprimida.
- Siendo:

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.233} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.320 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.377} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.073} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.087} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.131} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.825} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_f: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
b : 100.00 mm
t_f : 8.50 mm
t_w : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.202 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 18.25 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : 183.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.825 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.825 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.202 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.202 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.275 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.258 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.182 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.320 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: 0.000 \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: 1.377 \text{ t-m} \\ M_{z,Ed} &: 0.049 \text{ t-m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t-m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: 28.50 \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: 221.00 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: 44.60 \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: 2669.77 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: 1.05 \end{aligned}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.00$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: 0.98 \\ \chi_z &: 0.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.31 \\ \bar{\lambda}_z &: 1.14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.825 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z} : \frac{2.825}{21.604} \text{ t}$
 $V_{c,Rd,z} : \frac{21.604}{21.604} \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N1/N2

| Perfil: IPE 140 | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N1 | N2 | 0.300 | 16.40 | 541.00 | 44.90 | 2.40 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 0.300 | 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$

Donde:

- h_w**: Altura del alma.
 - t_w**: Espesor del alma.
 - A_w**: Área del alma.
 - A_{fc,ef}**: Área reducida del ala comprimida.
 - k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 - E**: Módulo de elasticidad.
 - f_{yf}**: Límite elástico del acero del ala comprimida.
- Siendo:

$$\begin{aligned}
 h_w &: 126.20 \text{ mm} \\
 t_w &: 4.70 \text{ mm} \\
 A_w &: 5.93 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 5.04 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.145} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.343} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{2.357} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.048} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.188} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.211} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_r: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 16.40 cm²
b : 73.00 mm
t_r : 6.90 mm
t_w : 4.70 mm
r : 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

23.87 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 23.87

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.131 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 16.136 t

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante. A_v : 10.47 cm²

Siendo:

 A : Área de la sección bruta. d : Altura del alma. t_w : Espesor del alma. A : 16.40 cm² d : 126.20 mm t_w : 4.70 mm f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. f_y : 2803.26 kp/cm² γ_{MO} : 1.05**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$. $2.205 \text{ t} \leq 5.870 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 2.205 t $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 11.740 t**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$. $0.131 \text{ t} \leq 8.068 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.131 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 16.136 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.238} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.180} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: 0.000 \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: 0.341 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: 0.048 \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 43.784 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 2.357 \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 0.515 \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: 16.40 \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: 88.30 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: 19.30 \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: 2669.77 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: 1.05 \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: 1.00 \\ \chi_z &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.06 \\ \bar{\lambda}_z &: 0.21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.205 \text{ t} \leq 5.870 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z} : 2.205 \text{ t}$

$V_{c,Rd,z} : 11.740 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N7

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N8 | N7 | 0.375 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | | 0.375 | 0.375 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | | - | - | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.12 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 11838.964 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 176833.263 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 11838.964 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 0.375 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 0.375 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.567} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$Clase : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \quad cm^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.12}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \quad cm^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{11838.964} \quad t$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{176833.263} \quad t$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{11838.964} \quad t$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.090} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.922} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.465} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.230} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.167 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.943 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 30.80 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 62.60 cm²

b : 160.00 mm

t_r : 11.50 mm

t_w : 7.50 mm

r : 18.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

36.13 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 36.13

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

δ : Factor de reducción.

δ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.013 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.790 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

7.943 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.943 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.711 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.711 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.099 ✓

η : 0.096 ✓

η : 0.063 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.140 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 1.917 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.037 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_{pl,z} : \frac{154.00}{1} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{2669.77}{1} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \frac{2803.26}{1} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \frac{1.00}{1}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \frac{1.00}{1}$$

$$\chi_z : \frac{1.00}{1}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.03}{1}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.12}{1}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{1}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{1}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
 $V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$7.927 \text{ t} \leq 22.645 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \frac{7.927}{1} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \frac{45.289}{1} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\eta : \frac{0.161}{1} \quad \checkmark$$

$$M_{T,Ed} : \frac{0.060}{1} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t-m}$$

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.175} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{7.927} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.042} \text{ t-m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{45.289} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{173.59} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.790} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.060} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{56.968} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{246.35} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

6.1.4.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|--------|------------------------------------|--|---|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--|---|-------------------------------|-------------------------------|--|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | Nt | Nc | M _y | M _z | V _z | V _y | M _y V _z | M _z V _y | NM _y M _z | NM _y M _z V _y V _z | M _t | M _t V _z | M _t V _y | |
| N1/N2 | N.P. ⁽¹⁾ | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾ | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾ | x: 0.3 m $\eta = 14.5$ | x: 0.3 m $\eta = 9.3$ | x: 0.3 m $\eta = 18.8$ | $\eta = 0.8$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.3 m $\eta = 23.8$ | $\eta < 0.1$ | M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 23.8$ |
| N4/N6 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 2 m $\eta = 26.5$ | x: 2 m $\eta = 2.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 2 m $\eta = 29.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.4$ | CUMPLE $\eta = 29.3$ |
| N6/N3 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.5$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 26.5$ | x: 0 m $\eta = 3.1$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 29.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.3$ | CUMPLE $\eta = 29.6$ |
| N4/N5 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 1.25 m $\eta = 24.3$ | x: 2.5 m $\eta = 6.4$ | x: 2.5 m $\eta = 13.3$ | x: 2.5 m $\eta = 0.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.25 m $\eta = 28.0$ | $\eta < 0.1$ | M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 28.0$ |
| N5/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 2 m $\eta = 26.5$ | x: 2 m $\eta = 2.5$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 2 m $\eta = 29.0$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | CUMPLE $\eta = 29.0$ |
| N7/N2 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 0.4$ | x: 0 m $\eta = 26.5$ | x: 0 m $\eta = 2.9$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 29.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.7$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | CUMPLE $\eta = 29.3$ |
| N6/N9 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.375 m $\eta = 9.0$ | x: 0 m $\eta = 5.7$ | x: 0.375 m $\eta = 16.7$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.375 m $\eta = 9.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 16.1$ | x: 0.375 m $\eta = 17.5$ | x: 0 m $\eta = 1.4$ | CUMPLE $\eta = 17.5$ |
| N9/N8 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 1.0$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 8.9$ | x: 0.875 m $\eta = 3.4$ | x: 0 m $\eta = 8.8$ | x: 0 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 10.3$ | $\eta < 0.1$ | M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 10.3$ |
| N8/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 9.0$ | x: 0.375 m $\eta = 5.6$ | x: 0 m $\eta = 16.7$ | x: 0.375 m $\eta = 1.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 9.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 16.1$ | x: 0 m $\eta = 17.5$ | x: 0.375 m $\eta = 1.4$ | CUMPLE $\eta = 17.5$ |
| N6/N5 | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.3$ | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾ | x: 0 m $\eta = 14.4$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | x: 0 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N4/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.8$ | x: 3.202 m $\eta = 14.2$ | x: 3.202 m $\eta = 1.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 3.202 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N3/N7 | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 1.3$ | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾ | x: 3.202 m $\eta = 14.0$ | x: 3.202 m $\eta = 1.0$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 3.202 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N6/N2 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 5.6$ | x: 0 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | x: 0 m $\eta = 2.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 14.8$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 0 m $\eta = 2.1$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 14.8$ |
| N10/N8 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾ | x: 0 m $\eta = 32.7$ | x: 5.866 m $\eta = 1.6$ | x: 2.933 m $\eta = 17.9$ | x: 5.866 m $\eta = 0.3$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.367 m $\eta < 0.1$ | x: 2.933 m $\eta = 58.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 58.5$ |
| N10/N9 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾ | x: 0 m $\eta = 33.3$ | x: 2.933 m $\eta = 2.0$ | x: 2.933 m $\eta = 17.9$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.367 m $\eta < 0.1$ | x: 2.933 m $\eta = 58.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 58.5$ |
| N3/N1 | N.P. ⁽¹⁾ | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾ | N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾ | x: 1.32 m $\eta = 23.3$ | x: 0 m $\eta = 7.3$ | x: 0 m $\eta = 13.1$ | x: 0 m $\eta = 0.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.32 m $\eta = 27.5$ | $\eta < 0.1$ | M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 27.5$ |

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión eje Y
M_z: Resistencia a flexión eje Z
V_y: Resistencia a corte Y
V_z: Resistencia a corte Z
M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados
NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

6.1.4. LISTADOS TABLERO

6.1.4.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axil (t)
- V_y: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- V_z: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- M_t: Momento torsor (t-m)

My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
 Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|
| Barra | η (%) | Posición (m) | Esfuerzos pésimos | | | | | | Origen | Estado |
| | | | N (t) | Vy (t) | Vz (t) | Mt (t·m) | My (t·m) | Mz (t·m) | | |
| N1/N2 | 23.79 | 0.300 | 0.000 | -0.130 | 2.196 | 0.000 | -0.341 | 0.048 | GV | Cumple |
| N4/N6 | 29.27 | 2.000 | 0.153 | -0.175 | 2.783 | 0.003 | -5.692 | 0.109 | GV | Cumple |
| N6/N3 | 29.62 | 0.000 | 0.649 | -0.101 | -2.772 | -0.003 | -5.665 | -0.117 | GV | Cumple |
| N4/N5 | 27.96 | 1.250 | -0.037 | -0.002 | 0.001 | 0.000 | 1.430 | -0.044 | GV | Cumple |
| N5/N7 | 29.00 | 2.000 | 0.014 | 0.070 | 2.785 | -0.003 | -5.697 | -0.101 | GV | Cumple |
| N7/N2 | 29.30 | 0.000 | 0.657 | 0.078 | -2.777 | 0.003 | -5.659 | 0.105 | GV | Cumple |
| N6/N9 | 17.47 | 0.375 | -0.138 | 0.319 | 7.911 | 0.042 | -1.920 | -0.037 | GV | Cumple |
| N9/N8 | 10.30 | 0.000 | 1.441 | 0.267 | -4.200 | 0.000 | -1.913 | 0.022 | GV | Cumple |
| N8/N7 | 17.50 | 0.000 | -0.140 | -0.319 | -7.927 | -0.042 | -1.917 | -0.037 | GV | Cumple |
| N6/N5 | 15.21 | 0.000 | 0.109 | -0.003 | -0.326 | 0.000 | -0.469 | -0.006 | GV | Cumple |
| N4/N7 | 15.25 | 3.202 | 0.105 | 0.003 | 0.326 | 0.000 | -0.469 | -0.006 | GV | Cumple |
| N3/N7 | 15.25 | 3.202 | 0.510 | 0.000 | 0.322 | 0.000 | -0.465 | -0.002 | GV | Cumple |
| N6/N2 | 14.82 | 0.000 | 0.204 | -0.003 | -0.310 | 0.000 | -0.452 | -0.006 | GV | Cumple |
| N10/N8 | 58.50 | 2.933 | -9.985 | -0.010 | 0.047 | 0.001 | -0.045 | -0.731 | GV | Cumple |
| N10/N9 | 58.47 | 2.933 | -9.975 | 0.010 | 0.047 | -0.001 | -0.045 | 0.731 | GV | Cumple |
| N3/N1 | 27.49 | 1.320 | 0.000 | 0.001 | 0.193 | 0.000 | 1.377 | -0.049 | G | Cumple |

6.1.4.2. Flechas

Referencias:

- Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.
 L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

| Flechas | | | | | | | | |
|---------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|--|----------------|
| Grupo | Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy | | Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz | | Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy | | Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz | |
| | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) | Pos. (m) | Flecha (mm) |
| N1/N2 | 0.150 | 0.02 | 0.150 | 0.00 | 0.150 | 0.02 | 0.150 | 0.00 |
| | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) | 0.150 | L/(>1000) |
| N4/N3 | 1.000 | 0.11 | 2.000 | 2.37 | 0.800 | 0.17 | 2.000 | 1.49 |
| | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) |
| N4/N5 | 1.250 | 0.47 | 1.250 | 1.66 | 1.250 | 0.90 | 1.250 | 1.06 |
| | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) |
| N5/N2 | 1.200 | 0.11 | 2.000 | 2.37 | 0.800 | 0.11 | 2.000 | 1.49 |
| | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) | 1.200 | L/(>1000) | 2.000 | L/(>1000) |
| N6/N7 | 1.250 | 0.39 | 0.375 | 0.19 | 1.250 | 0.39 | 0.375 | 0.12 |
| | 1.250 | L/(>1000) | 0.375 | L/(>1000) | 1.250 | L/(>1000) | 0.375 | L/(>1000) |
| N6/N5 | 0.800 | 0.11 | 2.401 | 0.36 | 2.401 | 0.13 | 2.401 | 0.23 |
| | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) |
| N4/N7 | 1.401 | 0.12 | 0.800 | 0.36 | 1.000 | 0.17 | 0.800 | 0.23 |
| | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) |
| N3/N7 | 2.001 | 0.15 | 0.800 | 0.35 | 1.801 | 0.18 | 0.800 | 0.22 |
| | 2.001 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) | 2.001 | L/(>1000) | 0.800 | L/(>1000) |
| N6/N2 | 1.000 | 0.13 | 2.401 | 0.31 | 1.000 | 0.12 | 2.401 | 0.21 |
| | 1.000 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) | 1.000 | L/(>1000) | 2.401 | L/(>1000) |
| N10/N8 | 2.933 | 10.33 | 1.833 | 0.09 | 2.933 | 10.44 | 2.566 | 0.15 |
| | 2.933 | L/567.9 | 1.466 | L/(>1000) | 2.933 | L/569.9 | 1.466 | L/(>1000) |
| N10/N9 | 2.933 | 10.33 | 2.933 | 0.40 | 2.933 | 10.44 | 2.933 | 0.37 |
| | 2.933 | L/567.9 | 2.933 | L/(>1000) | 2.933 | L/569.9 | 2.933 | L/(>1000) |
| N3/N1 | 1.320 | 0.42 | 1.100 | 1.28 | 1.320 | 0.45 | 1.100 | 0.83 |
| | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) | 1.320 | L/(>1000) | 1.100 | L/(>1000) |

6.1.4.3. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N10/N8

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N10 | N8 | 5.866 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 5.866 | 5.866 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.389 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 722.765 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 48.389 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.075 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.327 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : 12.481 \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : 167.128 \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : 3$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : 38.178 \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.93$$

$$\chi_z : 0.23$$

$$\phi_y : 0.65$$

$$\phi_z : 2.60$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.90$$

$$N_{cr} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 722.765 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.016 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ed}^- : 0.352 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 21.465 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 804.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$\eta : 0.179 \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁺ : 0.006 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.734 t·m

El momento flector resistente de cálculo **M_{c,Rd}** viene dado por:

M_{c,Rd} : 4.111 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

W_{pl,z}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

W_{pl,z} : 154.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

 $\eta : 0.003 \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.148 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 47.479 t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 30.80 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
tr: Espesor del ala.
tw: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 62.60 cm²
b : 160.00 mm
tr : 11.50 mm
tw : 7.50 mm
r : 18.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

36.13 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 36.13

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.529 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.099 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.099 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.445 t ≤ 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.367 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.445 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.340} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.388} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.585} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{9.985} \quad \text{t} \\ M_{y,Ed} &: \underline{0.045} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: \underline{0.731} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{167.128} \quad \text{t} \\ M_{el,Rd,y} &: \underline{19.044} \quad \text{t}\cdot\text{m} \\ M_{el,Rd,z} &: \underline{2.630} \quad \text{t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{62.60} \quad \text{cm}^2 \\ W_{el,y} &: \underline{713.33} \quad \text{cm}^3 \\ W_{el,z} &: \underline{98.50} \quad \text{cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.16}$$

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.90}$$

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

Donde:

$V_{Ed,y}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,y}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.510 \text{ t} \leq 30.473 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,y} : \underline{0.510} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,y} : \underline{60.946} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.086} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.453} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.08} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \quad cm^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.529} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.946} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.47} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Barra N10/N9

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N10 | N9 | 5.866 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 5.866 | 5.866 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.90 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.389 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 722.765 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 48.389 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 5.866 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.333} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{12.707} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{38.178} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\chi_y : 0.93$$

$$\chi_z : 0.23$$

$$\phi_y : 0.65$$

$$\phi_z : 2.60$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.49$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.90$$

$$N_{cr} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 722.765 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 48.389 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.020 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : 0.429 \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : 21.465 \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : 1$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : 804.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : 1.05$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.179} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.734} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.006} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

 $W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N10, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.514} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

b: Ancho de la sección.

t_r: Espesor del ala.

t_w: Espesor del alma.

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

ε: Factor de reducción.

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

V_{Ed}: 47.479 t

A_v: 30.80 cm²

A: 62.60 cm²

b: 160.00 mm

t_r: 11.50 mm

t_w: 7.50 mm

r: 18.00 mm

f_{yd}: 2669.77 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

γ_{M0}: 1.05

36.13 < 64.71 ✓

λ_w: 36.13

λ_{máx}: 64.71

ε: 0.92

f_{ref}: 2395.51 kp/cm²

f_y: 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η: 0.009 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}: 0.529 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$$A_v : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$d : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.514 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.514} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.445 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.367 m del nudo N10, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.445 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.340 ✓

η : 0.388 ✓

η : 0.585 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.933 m del nudo N10, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{c,Ed}$: 9.975 t

$M_{y,Ed}$: 0.045 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.731 t·m

Clase : 3

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{el,Rd,y}$: 19.044 t·m

$M_{el,Rd,z}$: 2.630 t·m

A : 62.60 cm²

$W_{el,y}$: 713.33 cm³

$W_{el,z}$: 98.50 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : 1.05

k_y : 1.02

k_z : 1.16

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y : 0.93

χ_z : 0.23

$\bar{\lambda}_y$: 0.49

$\bar{\lambda}_z$: 1.90

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$0.514 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{0.514} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.086} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.453} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.09} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N9, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal).

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.529} \text{ t}$$

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.946} \text{ t}$$

Donde:

 $V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{3.48} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Barra N6/N3

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|----------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N6 | N3 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.850} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.063} \text{ t}$$

 La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{135.630} \text{ t}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.81}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.51}$$

$$\phi_z : \underline{0.79}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.65}$$

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{416.214} \text{ t}$$

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{6216.794} \text{ t}$$

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{416.214} \text{ t}$$

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

η : 0.265 ✓

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

M_{Ed}^- : 5.695 t·m

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Clase : 1

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

η : 0.031 ✓

M_{Ed}^+ : 0.063 t·m

M_{Ed}^- : 0.127 t·m

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Clase : 1

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.059 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.787 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 30.80 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 62.60 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 160.00 mm

t_r : Espesor del ala.

t_r : 11.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 18.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

36.13 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 36.13

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.171 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : rea transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : rea de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

d : Altura del alma.

d : 307.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.787 \text{ t} \leq 23.739 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.787} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.170 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.170} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.296} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.289} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.649} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{5.665} \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.117} \text{ t·m}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{21.465} \text{ t·m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

 $M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Siendo:

 $\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

 $W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

 A : Área de la sección bruta.

 $M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{ef,Ed} : \underline{-5.599} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{696.34} \text{ kp/cm}^2$$

$$W_{y,com} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$M_{b,Rd,y} : \underline{21.465} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

 $V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

 $V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.787 \text{ t} \leq 23.664 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{2.787} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.328} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

 $M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

 W_T : Módulo de resistencia a torsión.

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.059 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.787 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 47.328 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 47.479 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 12.20 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.003 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.171} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.963} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.36} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Barra N7/N2

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N7 | N2 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f,c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f,c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.707} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.519} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{c,Rd} : 167.128 t

Clase : 3

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m0} : 1.05

N_{b,Rd} : 135.630 t

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1} : 1.05

χ_y : 1.00

χ_z : 0.81

φ_y : 0.51

φ_z : 0.79

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄_y : 0.17

λ̄_z : 0.65

N_{cr} : 416.214 t

N_{cr,y} : 6216.794 t

N_{cr,z} : 416.214 t

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.265 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t-m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{5.689} \text{ t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{21.465} \text{ t-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.029} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.118} \text{ t-m}$$

$$M_{Ed}^- : \underline{0.007} \text{ t-m}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t-m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.059 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.792 \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 47.479 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 30.80 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$b : 160.00 \text{ mm}$$

$$t_r : 11.50 \text{ mm}$$

$$t_w : 7.50 \text{ mm}$$

$$r : 18.00 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : 36.13$$

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{máx} : 64.71$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : 0.92$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.079 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.792 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.792 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.079 t ≤ 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.079 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.293 ✓

η : 0.286 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.657 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.659 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.105 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ed,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ed,Ed}$: -5.592 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 695.46 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.792 \text{ t} \leq 23.669 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{2.792} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.337} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.792} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.337} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{11.47} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+0.8-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.079} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.966} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{2.22} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Barra N4/N6

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|----------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | Longitud (m) | | Características mecánicas | | | |
| | Inicial | Final | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N4 | N6 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.198} \quad t$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.05 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Frontal}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.212} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{c,Rd} : 167.128 t

Clase : 3

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : 1.05

N_{b,Rd} : 135.630 t

A : 62.60 cm²

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{m1} : 1.05

χ_y : 1.00

χ_z : 0.81

φ_y : 0.51

φ_z : 0.79

α_y : 0.21

α_z : 0.34

λ̄_y : 0.17

λ̄_z : 0.65

N_{cr} : 416.214 t

N_{cr,y} : 6216.794 t

N_{cr,z} : 416.214 t

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.265 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

M_{Ed}^- : 5.696 t·m

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.028 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

M_{Ed}^+ : 0.115 t·m

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

 El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{Cristal Cubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{Vertical Uniformemente Repartida}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{160.00} \text{ mm}$$

 t_r : Espesor del ala.

$$t_r : \underline{11.50} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{m0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{m0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{36.13}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

 ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.004 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.223 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.620 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.620 t



$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.115 t ≤ 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.115 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.293 ✓

η : 0.291 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.153 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.692 t·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.109 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,x}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed}$: -5.676 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 706.02 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.620 \text{ t} \leq 23.663 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z}$: 2.620 t

$V_{c,Rd,z}$: 47.326 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 0.376 t·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{47.326} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{12.35} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \quad cm^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad kp/cm^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N6, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.223} \quad t$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.002} \quad t \cdot m$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{60.845} \quad t$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \quad t$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{9.85} \quad kp/cm^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

W_T : 24.40 cm³
 f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Barra N5/N7

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N5 | N7 | 2.000 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | Pandeo | | Pandeo lateral | | | |
| | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | | |
| L _k | 2.000 | 2.000 | 0.000 | 0.000 | | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | |
| C ₁ | - | | 1.000 | | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.65 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 416.214 t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 6216.794 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 416.214 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.000 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.158} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.212} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{m0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{m1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : 167.128 \text{ t}$$

$$\text{Clase} : 3$$

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{m0} : 1.05$$

$$N_{b,Rd} : 135.630 \text{ t}$$

$$A : 62.60 \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{m1} : 1.05$$

$$\chi_y : 1.00$$

$$\chi_z : 0.81$$

$$\phi_y : 0.51$$

$$\phi_z : 0.79$$

$$\alpha_y : 0.21$$

$$\alpha_z : 0.34$$

$$\bar{\lambda}_y : 0.17$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.65$$

$$N_{cr} : 416.214 \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : 6216.794 \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : 416.214 \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \infty$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.265 \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 5.697 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 21.465 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.025 ✓

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.000 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.101 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 4.111 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.785} \text{ t}$$

 El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

Donde:

 A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

 A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

 b : Ancho de la sección.

$$b : \underline{160.00} \text{ mm}$$

 t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{11.50} \text{ mm}$$

 t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

 r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

 λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{36.13}$$

 $\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

 ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
 f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.075 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.
 d : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²
 d : 307.00 mm
 t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
 γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.620 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.620 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.075 t \leq 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.075 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.290 ✓

η : 0.290 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.014 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 5.697 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.101 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed}$: -5.696 t·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 708.42 kp/cm²

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 804.00 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,y}$: 21.465 t·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$2.620 \text{ t} \leq 23.663 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \underline{2.620} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{47.326} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.785 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 47.326 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 47.479 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 12.36 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.001 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.075 t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.003 t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 60.805 t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 61.001 t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 12.36 kp/cm²

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 24.40 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Barra N4/N5

| Perfil: IPE 200 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N4 | N5 | 2.500 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 2.500 | 2.500 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 1.29 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 28.50 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 48.002 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 656.815 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 48.002 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 1943.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 142.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 6.92 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 13000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 2.500 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 2.500 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 8.55 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 8.26 \text{ cm} \\
 i_z &: 2.23 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{f_c,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{f_c,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Frontal).

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.038} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.089} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

Siendo:

α: Coeficiente de imperfección elástica.

λ̄: Esbeltez reducida.

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{c,Rd} : \underline{76.089} \text{ t}$$

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

$$N_{b,Rd} : \underline{32.846} \text{ t}$$

$$A : \underline{28.50} \text{ cm}^2$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.43}$$

$$\phi_y : \underline{0.58}$$

$$\phi_z : \underline{1.52}$$

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.35}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.29}$$

$$N_{cr} : \underline{48.002} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{656.815} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{48.002} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.243} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.250 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 1.432 t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.000 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.900 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.064 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.076 t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.067 t·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 1.191 t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.133 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.880 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 21.604 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.02 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 28.50 cm²

b : Ancho de la sección.

b : 100.00 mm

t_r : Espesor del ala.

t_r : 8.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

r : 12.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N5, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.190 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 28.134 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 28.50 cm²

d : Altura del alma.

d : 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.878 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.878} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.187 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.187} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{28.134} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.280} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.265} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.183} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.250 m del nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.037} \text{ t}$$

$$M_{y,Ed} : \underline{1.430} \text{ t·m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.044} \text{ t·m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: 76.089 t

$M_{pl,Rd,y}$: 5.900 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 1.191 t·m

A : 28.50 cm²

$W_{pl,y}$: 221.00 cm³

$W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : 1.05

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

χ_y : 0.97

χ_z : 0.43

$\bar{\lambda}_y$: 0.35

$\bar{\lambda}_z$: 1.29

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

2.878 t ≤ 10.802 t ✓

$V_{Ed,z}$: 2.878 t

$V_{c,Rd,z}$: 21.604 t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N3/N1

| Perfil: IPE 200 | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N3 | N1 | 2.200 | 28.50 | 1943.00 | 142.00 | 6.92 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 2.200 | 2.200 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

- h_w**: Altura del alma.
 - t_w**: Espesor del alma.
 - A_w**: Área del alma.
 - A_{fc,ef}**: Área reducida del ala comprimida.
 - k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 - E**: Módulo de elasticidad.
 - f_{yf}**: Límite elástico del acero del ala comprimida.
- Siendo:

$$\begin{aligned}
 h_w &: 183.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 5.60 \text{ mm} \\
 A_w &: 10.25 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 8.50 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.233} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.320 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.377} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{5.900} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{221.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.073} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.087} \text{ t·m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t·m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{1.191} \text{ t·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{44.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.131} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.825} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{21.604} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_f: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 28.50 cm²
b : 100.00 mm
t_f : 8.50 mm
t_w : 5.60 mm
r : 12.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

28.39 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 28.39

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.007 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.202 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 18.25 \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : 28.50 \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : 183.00 \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : 5.60 \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : 1.05$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.825 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 2.825 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 21.604 \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.202 \text{ t} \leq 14.067 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9·VIENTO(Lateral).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : 0.202 \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : 28.134 \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.275 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.258 \quad \checkmark$$

$$\eta : 0.182 \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.320 m del nudo N3, para la combinación de acciones 1.35-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: 0.000 \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: 1.377 \text{ t-m} \\ M_{z,Ed} &: 0.049 \text{ t-m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 76.089 \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: 5.900 \text{ t-m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 1.191 \text{ t-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: 28.50 \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: 221.00 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: 44.60 \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: 2669.77 \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: 1.05 \end{aligned}$$

$$k_y : 1.00$$

$$k_z : 1.00$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: 0.98 \\ \chi_z &: 0.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.31 \\ \bar{\lambda}_z &: 1.14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.825 \text{ t} \leq 10.802 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z} : \frac{2.825}{t}$
 $V_{c,Rd,z} : \frac{21.604}{t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N1/N2

| Perfil: IPE 140 | | | | | | |
|---|-------|--------------|---------------------------|--|--|--|
| Material: Acero (S275) | | | | | | |
| Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
| Inicial | Final | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) |
| N1 | N2 | 0.300 | 16.40 | 541.00 | 44.90 | 2.40 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | 0.300 | 0.300 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | - | - | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \quad \checkmark$$

Donde:

- h_w**: Altura del alma.
 - t_w**: Espesor del alma.
 - A_w**: Área del alma.
 - A_{fc,ef}**: Área reducida del ala comprimida.
 - k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 - E**: Módulo de elasticidad.
 - f_{yf}**: Límite elástico del acero del ala comprimida.
- Siendo:

$$\begin{aligned}
 h_w &: 126.20 \text{ mm} \\
 t_w &: 4.70 \text{ mm} \\
 A_w &: 5.93 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 5.04 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.145} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.343} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{2.357} \quad \text{t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{88.30} \quad \text{cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.093} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{FuerzaHorizontalLongitudinal}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Frontal})$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.048} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 0.8 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot VIENTO(\text{Lateral})$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{19.30} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.188} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N2, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.211} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{11.740} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{7.62} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.
b: Ancho de la sección.
t_r: Espesor del ala.
t_w: Espesor del alma.
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 16.40 cm²
b : 73.00 mm
t_r : 6.90 mm
t_w : 4.70 mm
r : 7.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²
γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

23.87 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 23.87

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 64.71

ε: Factor de reducción.

ε : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²
f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.008 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.131 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **V_{c,Rd}** viene dado por:

V_{c,Rd} : 16.136 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 10.47 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 16.40 cm²

d : Altura del alma.

d : 126.20 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 4.70 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

2.205 t ≤ 5.870 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Lateral)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.205 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 11.740 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.131 t ≤ 8.068 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.131 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 16.136 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.238} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.180} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N2, para la combinación de acciones 0.8-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: \underline{0.000} \text{ t} \\ M_{y,Ed} &: \underline{0.341} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed} &: \underline{0.048} \text{ t}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: \underline{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: \underline{43.784} \text{ t} \\ M_{pl,Rd,y} &: \underline{2.357} \text{ t}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: \underline{0.515} \text{ t}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: \underline{16.40} \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: \underline{88.30} \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: \underline{19.30} \text{ cm}^3 \\ f_{yd} &: \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2 \\ \gamma_{M1} &: \underline{1.05} \end{aligned}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: \underline{1.00} \\ C_{m,z} &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: \underline{1.00} \\ \chi_z &: \underline{1.00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: \underline{0.06} \\ \bar{\lambda}_z &: \underline{0.21} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_y &: \underline{0.60} \\ \alpha_z &: \underline{0.60} \end{aligned}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM(\text{Barandilla}) + 1.35 \cdot CM(\text{Pavimento}) + 0.8 \cdot CM(\text{CristalCubierta}) + 1.5 \cdot SCUSO(\text{VerticalUniformementeRepartida}) + 0.9 \cdot VIENTO(\text{Lateral}) + 0.75 \cdot NIEVE$.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$2.205 \text{ t} \leq 5.870 \text{ t}$ ✓

$V_{Ed,z} : 2.205 \text{ t}$

$V_{c,Rd,z} : 11.740 \text{ t}$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Barra N8/N7

| Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|--|--|-------|
| Nudos | Longitud (m) | Características mecánicas | | | | |
| | | Área (cm ²) | I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴) | I _t ⁽²⁾ (cm ⁴) | |
| Inicial | Final | | | | | |
| N8 | N7 | 0.375 | 62.60 | 11770.00 | 788.00 | 28.06 |
| Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme | | | | | | |
| | | Pandeo | | Pandeo lateral | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Ala sup. | Ala inf. | |
| β | | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | |
| L _k | | 0.375 | 0.375 | 0.000 | 0.000 | |
| C _m | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |
| C ₁ | | - | | 1.000 | | |
| Notación: β: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico | | | | | | |

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

 La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

 $\bar{\lambda}$: 0.12 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 3
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 62.60 cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 11838.964 t

 El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 176833.263 t

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 11838.964 t

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \infty$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.
 I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
 I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.
 I_w : Constante de alabeo de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 G : Módulo de elasticidad transversal.
 L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
 L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
 L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.
 i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\begin{aligned}
 I_y &: 11770.00 \text{ cm}^4 \\
 I_z &: 788.00 \text{ cm}^4 \\
 I_t &: 28.06 \text{ cm}^4 \\
 I_w &: 199000.00 \text{ cm}^6 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 G &: 825688 \text{ kp/cm}^2 \\
 L_{ky} &: 0.375 \text{ m} \\
 L_{kz} &: 0.375 \text{ m} \\
 L_{kt} &: 0.000 \text{ m} \\
 i_0 &: 14.16 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$\begin{aligned}
 i_y &: 13.71 \text{ cm} \\
 i_z &: 3.55 \text{ cm} \\
 y_0 &: 0.00 \text{ mm} \\
 z_0 &: 0.00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.
 t_w : Espesor del alma.
 A_w : Área del alma.
 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.
 k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.
 E : Módulo de elasticidad.
 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$\begin{aligned}
 h_w &: 307.00 \text{ mm} \\
 t_w &: 7.50 \text{ mm} \\
 A_w &: 23.03 \text{ cm}^2 \\
 A_{fc,ef} &: 18.40 \text{ cm}^2 \\
 k &: 0.30 \\
 E &: 2140673 \text{ kp/cm}^2 \\
 f_{yf} &: 2803.26 \text{ kp/cm}^2
 \end{aligned}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Lateral)+0.75-NIEVE.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.567} \quad t$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{167.128} \quad t$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \quad \text{kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.12}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{62.60} \quad \text{cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \quad \text{kp/cm}^2$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{11838.964} \quad t$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{176833.263} \quad t$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{11838.964} \quad t$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.090} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.75·NIEVE.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.922} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.465} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.230} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+0.8·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·VIENTO(Lateral).

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.003} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.111} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: 154.00 cm³

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.167 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.943 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 30.80 cm²

Siendo:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

b : Ancho de la sección.

t_r : Espesor del ala.

t_w : Espesor del alma.

r : Radio de acuerdo entre ala y alma.

A : 62.60 cm²

b : 160.00 mm

t_r : 11.50 mm

t_w : 7.50 mm

r : 18.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

36.13 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 36.13

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

δ : Factor de reducción.

δ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_y : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.013 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N7, para la combinación de acciones 0.8-PP+0.8-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.790 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

d : Altura del alma.

t_w : Espesor del alma.

A : 62.60 cm²

d : 307.00 mm

t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

7.943 t ≤ 23.739 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.943 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 47.479 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.711 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.05·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05·SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5·VIENTO(Frontal).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.711 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.099 ✓

η : 0.096 ✓

η : 0.063 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 0.140 t

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$: 1.917 t·m

$M_{z,Ed}$: 0.037 t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 21.465 t·m

$M_{pl,Rd,z}$: 4.111 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: 804.00 cm³



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_{pl,z} : \frac{154.00}{2669.77} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \frac{2669.77}{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \frac{2803.26}{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M1} : \frac{1.05}{1.05}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \frac{1.00}{1.00}$$

$$k_z : \frac{1.00}{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \frac{1.00}{1.00}$$

$$C_{m,z} : \frac{1.00}{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \frac{1.00}{1.00}$$

$$\chi_z : \frac{1.00}{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \frac{0.03}{0.03}$$

$$\bar{\lambda}_z : \frac{0.12}{0.12}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \frac{0.60}{0.60}$$

$$\alpha_z : \frac{0.60}{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.5-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.
 $V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$7.927 \text{ t} \leq 22.645 \text{ t} \quad \checkmark$$

$$V_{Ed,z} : \frac{7.927}{45.289} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd,z} : \frac{45.289}{45.289} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$\eta : \frac{0.161}{0.161} \quad \checkmark$$

$$M_{T,Ed} : \frac{0.060}{0.060} \text{ t-m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$M_{T,Rd} : \underline{0.376} \text{ t-m}$$

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.175} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N8, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM(Barandilla)+1.35·CM(Pavimento)+0.8·CM(CristalCubierta)+1.5·SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+0.9·VIENTO(Frontal)+0.75·NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{7.927} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.042} \text{ t-m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{45.289} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$V_{pl,Rd} : \underline{47.479} \text{ t}$$

$$\tau_{T,Ed} : \underline{173.59} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.014} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen en el nudo N7, para la combinación de acciones 1.35-PP+1.35-CM(Barandilla)+1.35-CM(Pavimento)+0.8-CM(CristalCubierta)+1.05-SCUSO(VerticalUniformementeRepartida)+1.05-SCUSO(FuerzaHorizontalLongitudinal)+1.5-VIENTO(Frontal)+0.75-NIEVE.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{simos}.

$$V_{Ed} : \underline{0.790} \text{ t}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo p_{simos}.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.060} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{56.968} \text{ t}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{246.35} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{24.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

6.1.4.4. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

| Barras | COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) | | | | | | | | | | | | | | | Estado |
|--------|------------------------------------|--|--|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|--|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | $\bar{\lambda}$ | λ_w | N_t | N_c | M_y | M_z | V_z | V_y | $M_y V_z$ | $M_z V_y$ | $NM_y M_z$ | $NM_y M_z V_y V_z$ | M_t | $M_t V_z$ | $M_t V_y$ | |
| N1/N2 | N.P. ⁽¹⁾ | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | x: 0.3 m $\eta = 14.5$ | x: 0.3 m $\eta = 9.3$ | x: 0.3 m $\eta = 18.8$ | $\eta = 0.8$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.3 m $\eta = 23.8$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 23.8$ |
| N4/N6 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 2 m $\eta = 26.5$ | x: 2 m $\eta = 2.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 2 m $\eta = 29.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.4$ | CUMPLE $\eta = 29.3$ |
| N6/N3 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.5$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 26.5$ | x: 0 m $\eta = 3.1$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 29.6$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | x: 2 m $\eta = 0.3$ | CUMPLE $\eta = 29.6$ |
| N4/N5 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 1.25 m $\eta = 24.3$ | x: 2.5 m $\eta = 6.4$ | x: 2.5 m $\eta = 13.3$ | x: 2.5 m $\eta = 0.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.25 m $\eta = 28.0$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 28.0$ |
| N5/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 2 m $\eta = 26.5$ | x: 2 m $\eta = 2.5$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 2 m $\eta = 29.0$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.8$ | x: 2 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | CUMPLE $\eta = 29.0$ |
| N7/N2 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 0.4$ | x: 0 m $\eta = 26.5$ | x: 0 m $\eta = 2.9$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 29.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.7$ | x: 0 m $\eta = 5.9$ | $\eta = 0.1$ | CUMPLE $\eta = 29.3$ |
| N6/N9 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.1$ | $\eta = 0.1$ | x: 0.375 m $\eta = 9.0$ | x: 0 m $\eta = 5.7$ | x: 0.375 m $\eta = 16.7$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.375 m $\eta = 9.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 16.1$ | x: 0.375 m $\eta = 17.5$ | x: 0 m $\eta = 1.4$ | CUMPLE $\eta = 17.5$ |
| N9/N8 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 1.0$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 8.9$ | x: 0.875 m $\eta = 3.4$ | x: 0 m $\eta = 8.8$ | x: 0 m $\eta = 0.4$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 10.3$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 10.3$ |
| N8/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 9.0$ | x: 0.375 m $\eta = 5.6$ | x: 0 m $\eta = 16.7$ | x: 0.375 m $\eta = 1.3$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 9.9$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 16.1$ | x: 0 m $\eta = 17.5$ | x: 0.375 m $\eta = 1.4$ | CUMPLE $\eta = 17.5$ |
| N6/N5 | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.3$ | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | x: 0 m $\eta = 14.4$ | x: 0 m $\eta = 1.3$ | x: 0 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 0 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N4/N7 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.2$ | $\eta = 0.8$ | x: 3.202 m $\eta = 14.2$ | x: 3.202 m $\eta = 1.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 3.202 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N3/N7 | $\bar{\lambda} \leq 3.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 1.3$ | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | x: 3.202 m $\eta = 14.0$ | x: 3.202 m $\eta = 1.0$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 3.202 m $\eta = 15.2$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.3$ | x: 3.202 m $\eta = 2.2$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 15.2$ |
| N6/N2 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $\eta = 0.4$ | $\eta = 5.6$ | x: 0 m $\eta = 14.0$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | x: 0 m $\eta = 2.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 0 m $\eta = 14.8$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 0 m $\eta = 2.1$ | $\eta < 0.1$ | CUMPLE $\eta = 14.8$ |
| N10/N8 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | x: 0 m $\eta = 32.7$ | x: 5.866 m $\eta = 1.6$ | x: 2.933 m $\eta = 17.9$ | x: 5.866 m $\eta = 0.3$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.367 m $\eta < 0.1$ | x: 2.933 m $\eta = 58.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 58.5$ |
| N10/N9 | $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | x: 0 m $\eta = 33.3$ | x: 2.933 m $\eta = 2.0$ | x: 2.933 m $\eta = 17.9$ | x: 0 m $\eta = 1.1$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | $\eta < 0.1$ | x: 0.367 m $\eta < 0.1$ | x: 2.933 m $\eta = 58.5$ | $\eta < 0.1$ | $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.2$ | x: 5.866 m $\eta = 0.9$ | CUMPLE $\eta = 58.5$ |
| N3/N1 | N.P. ⁽¹⁾ | $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾ | $N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾ | x: 1.32 m $\eta = 23.3$ | x: 0 m $\eta = 7.3$ | x: 0 m $\eta = 13.1$ | x: 0 m $\eta = 0.7$ | $\eta < 0.1$ | $\eta < 0.1$ | x: 1.32 m $\eta = 27.5$ | $\eta < 0.1$ | $M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | N.P. ⁽⁵⁾ | CUMPLE $\eta = 27.5$ |

Notación:
 $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
 λ_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción
 N_c : Resistencia a compresión
 M_y : Resistencia a flexión eje Y
 M_z : Resistencia a flexión eje Z
 V_z : Resistencia a corte Z
 V_y : Resistencia a corte Y
 $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axial combinados
 $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axial y cortante combinados
 M_t : Resistencia a torsión
 $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
 η : Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axial de compresión ni de tracción.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axial de tracción.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axial de compresión.
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

ANEJO Nº 9: PROCESO CONSTRUCTIVO

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO CONSTRUCTIVO
 - 2.1. FABRICACIÓN EN TALLER
 - 2.2. MONTAJE EN OBRA
 - 2.2.1. FASE I
 - 2.2.2. FASE II
 - 2.2.3. FASE III
 - 2.2.4. FASE IV
 - 2.2.5. FASE V
 - 2.2.6. FASE VI
3. VALORACIÓN ECONÓMICA A INCLUIR EN EL PRESUPUESTO

1. Objeto

Este anejo tiene como fin cumplimentar la obligación recogida en la normativa RPM95, de Recomendaciones para el Proyecto de Puentes Metálicos para carreteras, según la cual todo proyecto de nueva construcción de puente metálico debe contener un Anejo dedicado a estudiar todos los aspectos relacionados con la ejecución de la obra proyectada.

Este anejo resulta de vital importancia para poder valorar el coste que dicho proceso va a suponer en el conjunto de la obra.

También cabe señalar que el proceso constructivo suele ser la fase más dañina para el medio ambiente. Por este motivo se debe exigir al contratista que las obras se realicen con la mayor precaución posible, y en caso de que éste cuente con los medios adecuados para plantear un proceso constructivo de menor impacto ambiental se ejecutará el definido por la constructora.

El proceso aquí descrito tiene un carácter orientativo y podrá ser modificado según las necesidades del constructor. No obstante, el contratista deberá documentar y justificar adecuadamente cualquier cambio propuesto, debiendo ser sometido al visto bueno de la Dirección de Obra.

2. Descripción del proceso Constructivo

El proceso constructivo se ha dividido en dos fases simultáneas entre sí: la fabricación en taller y el montaje en obra.

A continuación, se describe cada una de las fases. Tanto el despiece de la pasarela para la fabricación en taller como las fases que comprende el montaje en obra se recogen también en el Documento nº2: Planos.

2.1. Fabricación en Taller

La estructura metálica se ha dividido en diferentes partes o módulos, que se fabricarán en taller y facilitarán el montaje en la obra tras su transporte a la misma. Los módulos se transportan a obra totalmente ejecutada la estructura metálica y sus longitudes serán tales que se pueda realizar su transporte por carretera hasta el emplazamiento de la obra.

La estructura se divide como sigue:

- Vano principal: La celosía que conforma el vano principal (cordones superiores e inferiores, diagonales, montantes y vigas transversales) se trasladará a obra desde taller en dos módulos con el fin de respetar las dimensiones máximas del transporte por carretera.
- Rampas y mirador.

2.2. Montaje en Obra

El procedimiento constructivo que se propone es el siguiente:

2.2.1. FASE 1:

- Replanteo, trabajos previos, demolición de la pasarela actual y acopio de materiales.
- Ejecución de los fosos del ascensor.
- Transporte y acopio de los módulos procedentes de taller. Existe la posibilidad de llevar a cabo esta actividad de un modo continuo en función de las necesidades, la programación prevista en el plan de obra y el avance real de la misma.

2.2.2. FASE 2:

- Ejecución de la cimentación de las zapatas y muros, con su ferralla y hormigonado, quedando en espera las barras corrugadas para el anclaje de los soportes.
- Ejecución de las torres del ascensor
- Colocación de las esperas provisionales

2.2.3. FASE 3:

- Colocación mediante grúa del vano principal
- Unión mediante soldadura del vano principal
- Retirada de las esperas.

2.2.4. FASE 4:

- Ejecución de las escaleras
- Colocación y ejecución del forjado

2.2.5. FASE 5:

- Colocación de la barandilla y de la cubierta

2.2.6. FASE 6:

- Colocación de la iluminación

2.2.6. FASE 7:

- Ajardinamiento y pavimentación del área circundante y del entorno afectado por las obras, incluyendo la restitución de aceras y elementos urbanos afectados.
- Ejecución de la reglamentaria prueba de carga, con toma de medidas de flechas de comparación con los valores teóricos.
- Replanteo final de la obra por métodos topográficos.

- Transporte a obra de módulo de estructura metálica procedente de taller.
- Colocación de estructura con grúa.
- Soldadura a tope con penetración completa en unión de fuerza entre módulos de estructura procedentes de taller.
- Colocación del resto de elementos que componen la pasarela (cubierta, barandilla.).

En el presupuesto final el coste del montaje de estructura metálica forma parte del precio del kilogramo de acero S275JR y S355JR

3. Valoración Económica a Introducir en el Presupuesto

A continuación, se definen las partidas necesarias para llevar a cabo el procedimiento constructivo anteriormente descrito, para justificar el sobreprecio que va a suponer dicho proceso en el coste de las obras.

ANEJO Nº 10: PRUEBA DE CARGA

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN
2. PRUEBA ESTÁTICA DE CARGA
 - 2.1. PLAZO DE EJECUCIÓN
 - 2.2. SOBRECARGAS
 - 2.2.1. MATERIALIZACIÓN DEL TREN DE CARGAS
 - 2.2.2. ZONAS DE APLICACIÓN DE LA CARGA
 - 2.2.3. FORMA DE APLICACIÓN DE LAS CARGAS
 - 2.2.4. DURACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS CARGAS
 - 2.3. CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN
 - 2.3.1. VALORES REMANENTES
 - 2.4. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
 - 2.4.1. VALORES PREVISTOS
 - 2.1.1. PLAZO DE EJECUCIÓN
 - 2.1.2. SOBRECARGAS
 - 2.1.3. MATERIALIZACIÓN DEL TREN DE CARGAS
 - 2.1.4. ZONAS DE APLICACIÓN DE LA CARGA
 - 2.1.5. FORMA DE APLICACIÓN DE LAS CARGAS
 - 2.1.6. DURACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LAS CARGAS
 - 2.1.7. CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN
 - 2.1.8. VALORES REMANENTES
 - 2.1.9. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN
 - 2.1.10. VALORES PREVISTOS
3. PRUEBAS COMPLEMENTARIAS
4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
 - 4.1. NORMATIVA APLICABLE
 - 4.2. DIRECCIÓN DE LAS OBRAS
 - 4.3. INSPECCIÓN DE LAS OBRAS
 - 4.4. NIVELACIÓN DE LAS OBRAS
 - 4.5. ELEMENTOS AUXILIARES
 - 4.6. MAGNITUDES A MEDIR
 - 4.7. APARATOS DE MEDIDA
 - 4.8. CARGAS DE LA PRUEBA
 - 4.9. MOVIMIENTOS DE CARGAS DURANTE LAS OBRAS
 - 4.10. ACTA DE LAS PRUEBAS DE CARGA
 - 4.11. MEDICIÓN Y ABONO
5. PRESUPUESTO

1. Introducción

La prueba de carga de recepción de una estructura es un conjunto de operaciones consistentes en la reproducción de uno o varios estados de carga sobre la misma, antes de su puesta en servicio, con objeto de confirmar que el comportamiento de la estructura se ajusta a las previsiones de proyecto.

Tales pruebas de carga pueden ser estáticas o dinámicas.

La IAP11 (Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera) establece la obligatoriedad de la prueba de carga estática para puentes nuevos. Esta normativa señala asimismo que las pruebas dinámicas serán preceptivas en aquellas estructuras en las que sea necesario verificar que las vibraciones que se puedan producir no afectarán a la funcionalidad de la obra.

Para la realización de las pruebas de carga se seguirán los criterios recogidos en las "Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de cargas en puentes de carretera" del Ministerio de Fomento de 1999.

2. Prueba Estática de Carga

2.1. Plazo de Ejecución

La prueba de carga de recepción se realizará antes de la puesta en servicio de la estructura.

En el momento de iniciar las pruebas, el hormigón de cualquier elemento resistente de la obra deberá tener una edad de 90 días. Dicho plazo podrá disminuirse a 28 días si la obra hubiera estado sometida a un control normal o intenso y el hormigón hubiese alcanzado en dicho plazo la resistencia característica exigida en proyecto.

La prueba de carga se realizará después de concluida totalmente la obra, de modo que todas las cargas permanentes que tendrá la pasarela ya graviten sobre el tablero.

Las pruebas de carga exigen una organización y preparación previa en las que se llegue a los últimos detalles, pues las adaptaciones posteriores suelen ser difíciles o imposibles. Deberá tenerse conocimiento no sólo del tren de cargas a utilizar y de puntos de medida, sino de la organización y distribución del personal que interviene en la

misma, entradas y salidas de los camiones, elementos auxiliares necesarios, tiempos para cada estado de carga, etc.

2.2. Sobrecargas

2.2.1. Materialización de Tren de Cargas

Debido a la dificultad práctica de materializar el tren de cargas de la Instrucción, se empleará una carga distribuida constituida por sacos de arena u otros elementos análogos, que deberán ser entre sí lo más parecidos que sea posible en cuanto a forma, peso y dimensiones. Como se recomienda que los esfuerzos provocados por la sobrecarga de la prueba de carga no superen el 90% de los teóricamente producidos por el tren de cargas de la Instrucción, y se recomienda además que un valor válido esté entre el 70 y 80% de éstos, se establece que en la presente prueba de carga los esfuerzos máximos producidos sean del orden del 80% de los producidos por la sobrecarga de cálculo.

2.2.2. Zona de Aplicación de las Cargas

Se aplicará la sobrecarga sobre el pavimento. Las sobrecargas se dispondrán de manera que se alcance el 75% de la carga producida por la sobrecarga de la instrucción en las secciones críticas.

Dado que la sobrecarga de uso es de 5 KN/m², el estado de carga que se considerará para la presente prueba será una carga repartida de 3,75 KN/m². Definiremos los dos estados de carga siguientes:

Estado de carga 1

Carga repartida de 3,75 KN/m² sobre todo el ancho del tablero considerado. Dado que el tablero tiene una superficie útil de 22.5 m², debemos disponer una carga total de 84.38 KN, lo que equivale a 172 sacos de 50 kg cada uno, repartidos uniformemente a lo largo del tablero.

Estado de carga 2

Carga repartida de 3,75 KN/m² únicamente en la mitad de la sección del tablero considerado, para reproducir de esta forma posibles fenómenos de torsión. Este segundo caso equivale a una carga total de 42.19 KN, lo cual se puede materializar con 86 sacos de 50 kg cada uno, repartidos a lo largo de una mitad de la sección del tablero.

2.2.3. Formas de Aplicación de las Cargas

Ciclos de carga:

La aplicación de la carga de ensayo se realizará de manera progresiva del siguiente modo: En el primer ciclo de carga ésta se aplicará en tres escalones:

- Escalón 1: 15%
- Escalón 2: 30%
- Escalón 3: 55%

De este modo se puede observar la reacción de la estructura durante el proceso de carga e interrumpirla de encontrarla anómala.

En el segundo ciclo de carga ésta se podrá aplicar en un único escalón, si en el ciclo anterior no se observaron anomalías. De aplicarse en varios escalones se seguirá el mismo procedimiento que en el primer ciclo.

En el caso de necesitar un tercer ciclo (o más) las cargas se realizarán en dos escalones de carga, cada uno del 50 % de la carga total.

Independientemente de cómo hayan sido los escalones de carga, la descarga se realizará en un único escalón.

2.2.4. Duración de Aplicación de las Cargas

En aquellos casos especiales que se considere necesaria la aplicación de cargas de larga duración, se tomarán todas las precauciones para que las medidas efectuadas ofrezcan las debidas garantías, teniendo en cuenta la influencia de otras acciones, ajenas a las propias de la estructura, tales como las producidas por las condiciones climáticas que puedan modificar, no sólo las deformaciones sino incluso el normal comportamiento de los aparatos de medida.

El tiempo que se debe mantener la aplicación de la carga en un escalón intermedio antes de pasar al escalón siguiente, así como el tiempo que se debe mantener la carga total correspondiente a un cierto estado de carga, vendrá determinado por el criterio de estabilización de las medidas expuesto en el apartado siguiente.

2.3. CRITERIOS DE ESTABILIZACIÓN

En lo que sigue, los valores de la respuesta de la estructura (flechas, deformaciones, etc.), se obtienen en cada momento como diferencia entre las lecturas de los aparatos en ese instante y las lecturas iniciales en descarga del ciclo que se está realizando.

Una vez situado el tren de carga correspondiente, bien a un escalón intermedio o al final de cualquier estado de carga, se realizará una medida de la respuesta instantánea de la estructura, y se controlarán los aparatos de medida situados en los puntos en los que se esperen las deformaciones más desfavorables desde el punto de vista de la estabilización.

Transcurridos diez minutos se realizará una nueva lectura en dichos puntos. Si las diferencias entre los nuevos valores de la respuesta y los instantáneos son inferiores al 5% de estos últimos $(f_{10} - f_0 < 0,05 f_0)$, o bien son del mismo orden de la precisión de los aparatos de medida, se considerará estabilizado el proceso de carga y se realizará la lectura final en todos los puntos de la medida.

En caso contrario se mantendrá la carga durante un nuevo intervalo de diez minutos, y deberá cumplirse al final de los mismos que la diferencia de lecturas correspondiente a ese intervalo no supere en más de un 20% a la diferencia de lecturas correspondientes al intervalo anterior, o bien sea del orden de la precisión de los aparatos de medida. Si esto no se cumpliera, se comprobará la misma condición en un nuevo intervalo de diez minutos. Si el criterio de estabilización siguiera sin cumplirse, se procederá a reducir la carga correspondiente al escalón considerado.

Una vez alcanzada la estabilización, se tomarán las lecturas finales en todos los puntos de medida.

Por otra parte, deberá comprobarse que no se detecta ningún signo o muestra de fallo o inestabilidad en alguna parte de la estructura.

Una vez descargada totalmente la estructura se esperará a que los valores de las medidas estén estabilizados. Se aplicará el mismo criterio seguido para el proceso de carga. La diferencia entre los valores estabilizados después de la carga y los iniciales antes de cargar serán los valores remanentes correspondientes al estado considerado.

En el caso de que la diferencia entre los valores obtenidos inmediatamente después de la descarga y los obtenidos antes de cargar sea inferior al límite que para cada caso se establece en el apartado siguiente, no será necesaria la comprobación del criterio de estabilización, y podrá procederse a la lectura definitiva de todos los aparatos de medida.

2.3.1. Valores Permanentes

Los valores remanentes después del primer ciclo de carga se considerarán aceptables siempre que sean inferiores a los límites fijados en el presente proyecto de la prueba. Se aceptarán como válidas después del primer ciclo de carga unas deformaciones remanentes del 15% de las deformaciones máximas.

Siempre que una vez terminado el primer ciclo de carga se obtengan valores remanentes que superen los límites previstos como admisibles se procederá de la forma siguiente:

- Si los valores remanentes alcanzan el doble de los admisibles se suspenderá la aplicación de la carga.
- Si los valores remanentes superan el límite admisible, pero sin llegar a doblar este valor, se deberá realizar un segundo ciclo de carga, y deberá entonces cumplirse que la deformación remanente correspondiente a este segundo ciclo no supera el 50% de la correspondiente al primer ciclo.
- Si lo anterior no se cumple se realizará un tercer ciclo de carga y deberá verificarse que la deformación remanente correspondiente al mismo no supere la tercera parte de la correspondiente al segundo ciclo.
- En caso de que realizado el tercer ciclo no se hubieran alcanzado resultados satisfactorios, el Ingeniero Director de las pruebas suspenderá la aplicación de la carga correspondiente, tomando respecto a los demás estados de carga las medidas que crea convenientes.
- En ningún caso se iniciará la ejecución de un nuevo ciclo de carga antes de haber transcurrido al menos diez minutos desde la carga correspondiente al ciclo precedente.

A continuación, se muestran unas gráficas que ayudan a comprender todo lo descrito acerca del proceso del ensayo de prueba de carga, para $a = 0.15$.

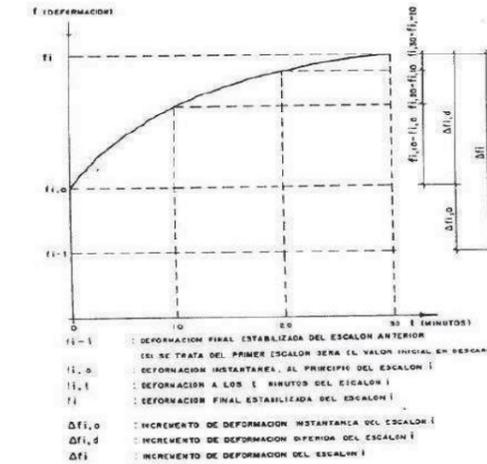


Figura 1: Escalón de carga

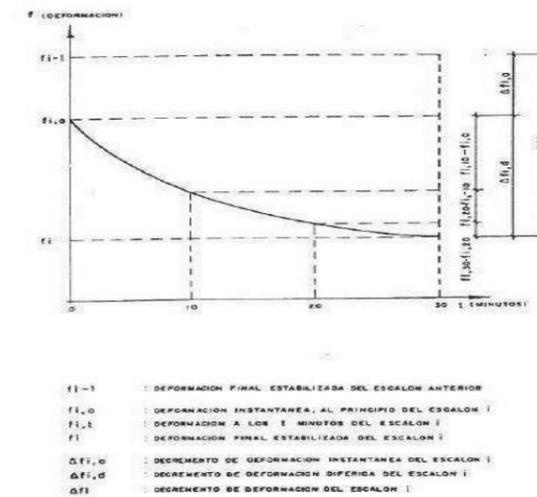


Figura 2: Escalón de carga

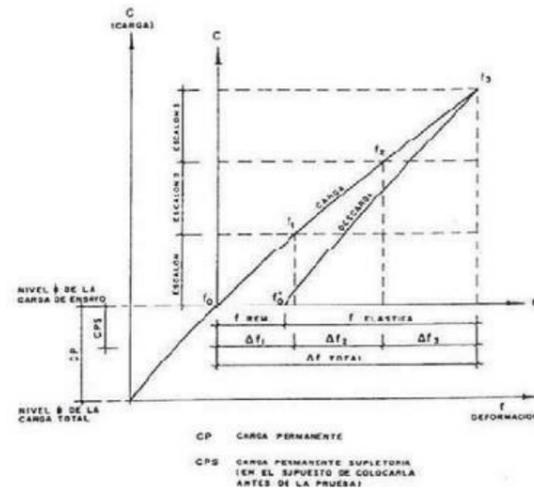


Figura 3: Proceso de carga y descarga

- No deberán aparecer signos de agotamiento de la capacidad portante en ninguna parte de la estructura. Desde el punto de vista experimental estos signos son:
 - Destrucción propiamente dicha de la estructura ensayada o de alguno de sus elementos.
 - Aparición de tensiones superiores a los límites admisibles dependientes del tipo de material.
 - Aparición de deformaciones o desplazamientos que crecen rápidamente sin que la carga aumente o con muy pequeños incrementos de ésta.

2.4.1. Valores Previstos

Se reproducen, mediante el modelo de cálculo, los casos de carga necesarios para la realización de la prueba de carga.

El modelo geométrico coincide con el empleado para el cálculo de la pasarela. La numeración de nudos y barras será, por tanto, la misma.

Así, con las cargas previstas anteriormente se espera que se produzcan las siguientes flechas en los puntos especificados en los planos:

2.4. Criterios de Aceptación

Además de los criterios expuestos referentes a la estabilización de las medidas y al tratamiento de los valores remanentes, que inciden fundamentalmente sobre el desarrollo del ensayo, se tendrán en cuenta otros criterios referentes a la aceptación de la obra derivados de los resultados de la prueba de carga.

Para ello se establecen como valores admisibles los siguientes:

- Los valores de las magnitudes máximas al finalizar el ciclo de carga, medidas después de la estabilización, no superarán en más de un 10% a los valores previstos en el presente proyecto de carga y que se indican más adelante.
- Por condiciones de servicio y por razones estructurales y estéticas, la flecha no superará el valor de $L/1200$, siendo L la luz.

| FLECHAS ESTIMADAS (mm) | |
|------------------------|------|
| PUNTO 1 | 1.6 |
| PUNTO 2 | 1.6 |
| PUNTO 3 | 26.3 |
| PUNTO 4 | 26.3 |
| PUNTO 5 | 1.5 |
| PUNTO 6 | 1.5 |
| PUNTO 7 | 0 |
| PUNTO 8 | 0 |
| PUNTO 9 | 0 |
| PUNTO 10 | 0 |

Tabla 1: Movimientos en los puntos de medida

3. Pruebas Complementarias

El Ingeniero Director de la Obra podrá ordenar la realización de las pruebas complementarias si lo estima necesario, cuando haya dudas sobre los resultados obtenidos en las pruebas o sobre la correcta ejecución de alguna parte de las mismas.

Dichas pruebas se ejecutarán siguiendo las indicaciones del Director de la Obra y quedarán reflejadas en el Acta de la misma añadiéndolas a las pruebas previstas inicialmente.

Se adjuntan como apéndices los planos que detallan los estados de carga y los puntos de control, así como los pormenores de esta partida alzada de abono íntegro.

4. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

4.1. Norma Aplicable

Las dos normativas básicas que regulan las pruebas de carga son:

- "Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera" (IAP-11).
- "Recomendaciones para el proyecto y ejecución de pruebas de cargas en puentes de carreteras" (1999).

Por lo general, será de aplicación lo que en ellas se especifica, a no ser que en el presente proyecto se impongan medidas más restrictivas.

4.2. Dirección de las Obras

La dirección de las pruebas corresponde al Ingeniero Director de las obras, quien, ante las incidencias habidas durante la ejecución de las mismas, podrá introducir cuantas modificaciones al programa general crea necesarias,

ordenando la realización de pruebas complementarias, adoptando como tren de cargas de la prueba el que produzca los esfuerzos máximos a que den lugar el tren de carga de la "Instrucción de acciones" sin reducción posible de los mismos, intensificando medidas a realizar, ampliando los tiempos de cargas, etc.

4.3. Inspección de las Obras

Antes de realizar cualquier prueba de carga se realizará una inspección de la obra que incluirá, además de la estructura resistente, los aparatos de apoyo, juntas y otros elementos singulares.

Durante la prueba se realizarán controles periódicos de los elementos más característicos de la obra, señalándose los defectos que se vayan observando. Al finalizar las pruebas volverá a realizarse una última inspección de la obra.

4.4. Nivelación de las Obras

Por tratarse de una estructura con luz superior a 25 metros, se realizará, una vez concluida la prueba de carga, una nivelación general de la obra referida a puntos fijos que deberán quedar materializados en el terreno circundante de cuya situación se dejará constancia en el Acta de prueba.

4.5. Elementos Auxiliares

Para una correcta inspección de la obra, así como para la colocación y control de los aparatos de medida serán necesarios, en general, un cierto número de elementos auxiliares. Resulta de la mayor importancia un buen funcionamiento, colocación y nivel de seguridad de dichos elementos.

Deberá cuidarse que, en consecuencia con la precisión de las medidas y el detalle de las observaciones que hayan de realizarse, se disponga de accesos adecuados, fáciles y seguros, de plataformas de trabajo rígidas, de medios de protección contra los agentes atmosféricos, etc.; medidas todas ellas encaminadas a la mejor ejecución de los ensayos.

4.6. Magnitudes a Medir

Las magnitudes a medir serán los movimientos en los puntos indicados en los planos.

Como puntos de referencia para la medición se tomarán puntos independientes de la estructura de la pasarela. En el Acta de prueba se dejará constancia de la situación de dichos puntos de referencia.

4.7. Aparatos de Medida

Los aparatos de medida que se utilicen deberán estar sancionados por la experiencia en pruebas similares y deberán garantizar una apreciación mínima del orden de un 5% de los valores máximos esperados de las magnitudes que se vayan a medir. Su campo deberá ser como mínimo superior en un 50% a los valores esperados de dichas magnitudes.

4.8. Cargas de Prueba

Antes de comenzar el ensayo se deberá disponer de las características de todos los elementos a emplear para simular las cargas, tales como su tipo, sus dimensiones, pesos, etc. Se comprobará especialmente el peso real de cada uno de los elementos de carga, debiendo quedar garantizado que sus valores no se desvían en más de un 5% de los considerados en el presente anejo.

4.9. Movimientos de Cargas Durante las Obras

Los movimientos de las cargas en cualquier fase del proceso de carga o de descarga se efectuarán con suficiente lentitud para no provocar efectos dinámicos no deseados, y se organizarán de forma que la realización de cualquier estado de carga no produzca sobre otras partes de la estructura solicitaciones superiores a las previstas.

4.10. Acta de las Pruebas de Carga

Una vez finalizadas las pruebas, se redactará un acta en la que, además de cuantas observaciones crea conveniente añadir el Director de la Obra, se incluirán los siguientes apartados:

- a) Datos generales. Se harán constar las personas asistentes a la prueba y los organismos o empresas a quienes representan, la fecha de realización del ensayo, la clave del proyecto y la finalidad de la prueba.
- b) Descripción de la Obra. Se indicará en el tipo de obra, características, (número de vanos, luz, ancho, etc.) y todos aquellos detalles que den una idea clara sobre la obra a ensayar.
- c) Estado de la obra previo a la realización de las pruebas. Se anotarán cuantos detalles de interés hayan sido observados en la obra como resultado de la inspección realizada según se ha indicado.
- d) Aparatos de medidas. Se anotarán los aparatos (niveles, flexímetros, elongómetros, etc), tipo o marca, precisión, número de puntos de medida y sistema de colocación de los aparatos.
- e) Condiciones climatológicas. Se incluirán datos de temperatura, insolación, lluvia etc.
- f) Puntos de referencia. Se describirán el punto de referencia y su relación respecto a la obra.
- g) Descripción del ensayo. Se indicará la hora del comienzo de cada uno de los estados de carga, la descripción de dicho estado, tiempo transcurrido entre la carga o descarga y la lectura de los aparatos y la hora de finalización del ensayo.

En la hoja aneja se adjuntará una ficha con los resultados obtenidos, y su comparación con los teóricos del cálculo.

4.11. Medición y Abono

El abono de la prueba de carga se realizará mediante una partida alzada de abono íntegro de acuerdo con el presupuesto de este anejo.

5. Presupuesto

La prueba de carga estática se abona mediante una partida alzada de abono íntegro de DOS MIL OCHOCIENTOS CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS (2.805,20€). A estos, efectos, se entenderá como unidad de prueba de carga al conjunto de todas las operaciones realizadas en la prueba.

El presupuesto total para todas las operaciones de prueba de carga contempladas en el presente Proyecto es DOS MIL OCHOCIENTOS CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS (2.805,20€)

A Coruña, octubre de 2020

El autor del proyecto



Aarón Rama Maceiras

ANEJO Nº 11: AFECCIONES AL TRÁFICO

ÍNDICE :

1. OBJETO
2. AFECCIONES A LA CARRETERA
 - 2.1 AFECCIONES EN EL BORDE NORTE
 - 2.2 AFECCIONES EN EL BORDE SUR
 - 2.3 AFECCIONES A LA AC-173

1. Objeto

Este anejo tiene como finalidad definir las afecciones que la construcción de la estructura de la pasarela puede tener sobre el tráfico, tanto de vehículos como peatonal, de la AC-173 (Avenida “Ché” Guevara) y los viales situados en los márgenes de la zona de actuación.

Debido a que el método constructivo definido en este Proyecto es orientativo y no obligatorio, será el Contratista el que defina el proceso constructivo definitivo, y a partir de él, las soluciones al tráfico durante las obras en el caso de ser necesarias.

2. Afecciones a la carretera

Durante la concepción del presente proyecto la minoración de las afecciones a la AC-173 ha sido una premisa muy importante, por lo que se ha recurrido a una fabricación de las estructuras en módulos prefabricados en taller, que posteriormente serán montados en su posición definitiva.

En los primeros trabajos que se realizarán en la zona de actuación, serán los de limpieza y desbroce de la cobertura vegetal, dichos trabajos se realizan fuera de la zona de afección a las vías públicas tanto en el margen Norte como el lado Sur.

2.1 Afecciones borde Oeste

En este borde de actuación las operaciones consistirán en el levantado de aceras, de bordillo perimetral y de terreno público, que consiste en una zona verde. Con lo cual, en dicha fase se debe realizar un plan de afecciones a los usuarios, de acuerdo con los gestores de dichos equipamientos. En alguna fase será necesario interrumpir el tráfico

de peatones para la excavación de zapatas, por motivos de seguridad, o por el manejo de maquinaria. En este caso, con ayuda de una valla protectora, se modificará el itinerario peatonal, de manera que no se cause ningún impedimento mayor al tránsito de personas.

2.2 Afecciones borde Norte

En este borde las operaciones serán las mismas que las realizadas en el Sur, en cuanto a su posible efecto respecto al tráfico por lo que consideraremos como válidas aquellas expresadas en el punto 2.1 del presente Anejo.

2.3 Afecciones a la AC-173

Las obras afectarán en algún momento del proceso constructivo de forma directa a la circulación de la AC-173 , especialmente en el momento de la colocación por medio de grúa del tablero del vano principal que la cruza.

Por las características del proceso constructivo, en el que toda la estructura se realiza en taller y, una vez montada en módulos, se traslada a obra para su colocación, se intenta que la afección al tráfico sea la mínima posible.

Todos los elementos y módulos de la estructura que se reciban de taller se acopiarán en la superficie disponible en ambos márgenes de la vía, invadiendo si fuera necesario una zona de red viaria y/o una zona verde de equipamientos públicos como espacio de ocupación temporal, con las vallas que resulten convenientes, luego por este motivo no será necesario ocupar la calzada.

En el momento que sea necesario el uso de grúas, mientras se produce el posicionamiento y montaje de las mismas es necesario guardar un margen de seguridad para el montaje con lo cual puede ser necesario el corte de un carril de la avenida, corte que se ha producir con un acuerdo de la Dirección de Obra y de la Administración titular de las

vías. Por esa razón, se intentará realizar este tipo de maniobra en los horarios de menor tráfico posible, preferiblemente durante la noche.

La afección más significativa vendrá motivada por la colocación del vano principal de la pasarela, que es el que cruza la vía. El módulo que conforma la estructura del vano principal se llevará a cabo en el taller y se trasladará de una sola pieza a pie de obra, depositándolo en el margen Norte para su posterior colocación sobre las pilas.

El corte del tráfico se producirá únicamente durante la colocación del tablero. Dicho corte afectará a ambas direcciones por motivos de seguridad.

Así pues, se cortará la circulación en los días y horas que fije el permiso del Ayuntamiento de Oleiros. Se mantendrá el tráfico de vehículos en al menos uno de los dos carriles permitiendo así el tráfico en una de las vías principales de entrada y salida del Ayuntamiento de Oleiros.

Dicho corte afectará a ambas direcciones por motivos de seguridad (se aprovecha realizar el corte en horario nocturno para que la afección sea lo menor posible), con lo cual el Constructor ha de redactar un plan de afecciones a los usuarios de las vías, proponiendo la señalización necesaria así como las vías alternativas.

Será necesaria la limpieza de las vías que se ensucien por el paso de vehículos con tierra. Para el pavimento no se producirán afecciones considerables.

En cuanto a los peatones, se considera que existe espacio suficiente para no entorpecer demasiado su tránsito por el lugar, sobre todo en el margen Sur, si bien es cierto que en el Margen Norte podría producirse el corte temporal del carril bici, ya que este se encuentra en la franja de terreno que se extiende desde la vía hasta el gran desnivel en el que se encuentra el aparcamiento actual de la playa de bastiagueiro, al nivel del mar (con una diferencia de cota de aproximadamente de 15 metros). Se vallará la zona de la obra y las zonas de excavación y almacenamiento de maquinaria de la obra para garantizar su seguridad.

ANEJO Nº 12: ACONDICIONAMIENTO URBANO Y REPOSICIÓN DE SERVICIOS

ÍNDICE :

1. OBJETO
2. ACONDICIONAMIENTO URBANO
3. REPOSICIÓN DE SERVICIOS

1. Objeto

La finalidad de este anejo es describir y valorar los servicios y elementos urbanos que se verán afectados por las obras y su reposición una vez acabados los trabajos, incluyendo tanto la reposición propiamente dicha de conducciones de redes de instalaciones (si las hubiese), como el acondicionamiento posterior de las superficies urbanas que resulten alteradas.

Dado que el procedimiento constructivo propuesto no es obligatorio, será el contratista quien defina el mismo y por tanto será él quien resuelva las alteraciones que se deriven de dicho procedimiento.

2. Acondicionamiento urbano

En este apartado se darán indicaciones acerca de los materiales a emplear para la reurbanización de aquellas superficies que resulten afectadas por la construcción de la "Pasarela peatonal de Acceso a Playa de Bastiagueiro", con el objetivo de que queden perfectamente acondicionadas.

Se han consultado los siguientes documentos:

- Instrucción 6.1.-1.C. y 6.2.-1.C. Secciones de firme. MOPU. 1989.
- Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano. MOPTMA. 1995.

Debido a la ejecución de las obras y al procedimiento constructivo propuesto se afectará notablemente a la pavimentación de las aceras, al estar en la zona de influencia de las cimentaciones de las pilas.

En la operación de montaje de la estructura será necesario ocupar varias zonas a ambos lados de la vía para acopio de material, que volverán a restaurarse una vez terminada la obra. Pese a que es probable que la pavimentación resulte dañada durante la obra a causa de las excavaciones, del almacenamiento de material o del trabajo de los equipos, está prevista su reposición mediante una similar a la existente, compuesta por una cama de hormigón en masa de 10 cm sobre la que se colocan losetas hidráulicas de 30x30 cm sentadas con mortero 1/6 de cemento. Los bordillos, fundamentales para la seguridad de estructura y peatones, serán rectos y de hormigón, con dimensiones de 12x25 cm, según Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Una vez concluidas las obras se llevará a cabo en esta misma zona una renovación del mobiliario urbano. Todos estos elementos se encuentran definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y mantendrán la armonía estética con el resto del entorno.

Todo desperfecto adicional ocasionado a pavimento, mobiliario urbano, etc. durante las obras, así como su posterior acondicionamiento, será igualmente responsabilidad del contratista. Asimismo, cuando finalicen las obras se limpiará la zona y se procederá a la retirada del material sobrante y la maquinaria (objeto de la partida alzada de abono íntegro para limpieza y terminación).

3. Reposición de servicios

Dado el carácter académico del presente proyecto, no se realiza un estudio exhaustivo de servicios afectados y su reposición posterior que habría que realizar en un proyecto real. En la zona de actuación de la pasarela no existe ninguna red de alumbrado, telefonía o de otro tipo, por lo que no será necesario el desvío de ningún servicio afectado ni su reposición.

ANEJO Nº 13: GESTIÓN DE RESIDUOS

DOC. Nº 1 . MEMORIA

ÍNDICE:

1. **OBJETO**

2. **IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR EN OBRA**
 - 2.1. CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS
 - 2.2. CANTIDAD DE RESIDUO GENERADO

3. **MEDIDAS Y PREVENCIÓN**

4. **MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

5. **REUTILIZACIÓN, ELIMINACIÓN O VALORIZACIÓN**

6. **VALORACIÓN ECONÓMICA**

1. Objeto

Este Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición tiene como objetivo el cumplimiento del R.D. 10S/2008 por el que se regula la producción y gestión de los Residuos de la Construcción y Demolición (en adelante RCDs). En él, se establece el régimen jurídico de la producción y gestión de residuos, con el objeto de fomentar, por esta orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización. En último caso, los residuos destinados a las operaciones de eliminación recibirán un tratamiento idóneo, contribuyendo todas estas operaciones de gestión a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

El ámbito de aplicación de este Real Decreto abarca todos los RCD's generados en las obras de construcción y demolición, con la excepción de tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas que se destinen a la reutilización, y de determinados residuos regulados por su legislación específica.

En virtud de este Real Decreto, los proyectos de ejecución de obras de construcción y/o demolición incluirán un estudio de gestión de RCD's, en el cual se reflejen la cantidad estimada de residuos que se generarán durante el desarrollo de los trabajos, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, el proceso al que se destinarán los residuos, las medidas de separación, unas prescripciones sobre manejo y otras operaciones, así como una valoración de los costes derivados de su gestión, que formará parte del presupuesto del proyecto.

También en él se establecen los deberes de los poseedores de residuos (constructor, subcontratistas, trabajadores autónomos). Éstos tendrán que presentar a la propiedad un Plan de gestión de los RCD's, que habrá de ser aprobado por la Dirección Facultativa, y que, una vez aprobado, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

2. Identificación de los residuos a generar en obra

2.1 Clasificación y descripción de los residuos

Según el R.D. 10S/2008, se identifican dos categorías de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) :

RCDs de Nivel I.- Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

RCDs de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se considerarán incluidos en el cómputo general los materiales que no superen 1m³ de aporte y no sean considerados peligrosos y requieran por tanto un tratamiento especial.

Ambos tipos de RCDs se podrán ver reflejados en la Tabla 1 que se incluye a continuación.

| A.1.: RCDs Nivel I | |
|---|---|
| 1. TIERRAS Y PETROS DE LA EXCAVACIÓN | |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 |
| A.2.: RCDs Nivel II | |
| RCD: Naturaleza no pétreo | |
| 1. Asfalto | |
| 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 |
| 2. Madera | |
| 17 02 01 | Madera |
| 3. Metales | |
| 17 04 00 | Hierro y Acero |
| 4. Papel | |
| 20 01 01 | Papel |
| 5. Plástico | |
| 17 02 03 | Plástico |
| RCD: Naturaleza pétreo | |
| 1. Arena Grava y otros áridos | |
| 01 04 06 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 |
| 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla |
| 2. Hormigón | |
| 17 01 01 | Hormigón |
| RCD: Potencialmente peligrosos y otros | |
| 1. Basuras | |
| 20 02 01 | Residuos biodegradables |
| 2. Potencialmente peligrosos y otros | |
| 15 02 02 | Absorventes contaminados (trapos,...) |
| 16 01 07 | Filtros de aceite |
| 16 06 04 | Pilas alcalinas y salinas |
| 16 06 03 | Pilas botón |
| 16 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminado |
| 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices |
| 14 06 03 | Sobrantes de disolventes no halogenados |
| 07 07 01 | Sobrantes de desencofrantes |
| 15 01 11 | Aerosoles vacíos |
| 13 07 03 | Hidrocarburos con agua |

Tabla 1. Tipos I y II DE RCDs generados en la Construcción

2.2. Cantidad de residuo generado

La estimación de residuos que se generarán en la obra se muestra a continuación codificada de acuerdo a lo establecido en la Orden MAM/304/2002 (Lista europea de residuos, LER). Se muestran también su densidad y cantidad expresada en metros cúbicos y toneladas, indicando a qué actividades corresponde dicho residuo.

| A.1: RCDs Nivel I | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RCD | Toneladas de cada tipo de RCD | Densidad tipo (entre 0.5 y 1.5) | Volumen de Residuos(m3) |
| 1. TIERRAS Y PETROS DE LA EXCAVACIÓN | | | |
| Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados desde los datos del proyecto | 423 | 1 | 423 |
| A.2: RCDs Nivel II | | | |
| | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RCD | Toneladas de cada tipo de RCD | Densidad tipo (entre 0.5 y 1.5) | Volumen de Residuos(m3) |
| RCD: Naturaleza no pétreo | | | |
| Asfalto, madera, metales, papel, plástico | 123,12 | 0,97 | 126,93 |
| RCD: Naturaleza pétreo | | | |
| Arena, grava, hormigón, piedra | 83,5 | 1,5 | 55,66 |
| RCD: Potencialmente peligrosos y otros | | | |
| Envases vacíos, filtros, pilas, sobrantes de disolventes, barnices o pinturas | 2,65 | 0,7 | 3,76 |

Tabla 2. Pesos y volúmenes de los residuos generados

- Para toda la recogida de residuos se contará con la participación de un Gestor de Residuos autorizado de acuerdo con lo que se establezca en el Plan de Gestión de Residuos.
- No obstante, lo anterior en el Plan de gestión de Residuos habrá de preverse la posibilidad de que sean necesarios más contenedores en función de las condiciones de suministro, embalajes y ejecución de los trabajos.

3. Medidas y prevención

Se tomarán, dentro de lo posible, las siguientes medidas para la prevención de generación de residuos:

- Se almacenarán los productos sobrantes reutilizables, para lo que se prevé la disposición de contenedores en obra a tal efecto y proceder así a su aprovechamiento posterior.
- Se separarán en origen los residuos peligrosos, para lo que se prevé también la disposición de contenedores en obra.
- Se reducirán los envases y embalajes de los materiales de construcción.
- Aligeramiento de envases.
- Empleo de envases plegables: cajas de cartón, botellas plegables, etc.
- Suministro a granel de productos.
- Concentración de productos.
- Empleo de materiales con mayor vida útil.

4. Medidas para la separación de residuos

Mediante la separación de residuos se facilita su reutilización, valorización y eliminación posterior. De este modo, se prevén las siguientes medidas:

- Para la separación de los residuos peligrosos que se generen dispondrá de un contenedor adecuado.
- La recogida y tratamiento será objeto del Plan de Gestión de Residuos.
- En relación los restantes residuos previstos, no se superan las cantidades establecidas en la normativa para requerir tratamiento separado.

5. Reutilización, eliminación o valorización

Los residuos generados en las obras, serán gestionados en origen por el propio constructor (separación y/o reutilización) o bien serán entregados a un gestor autorizado (recogida, transporte y valoración/eliminación).

Además, según se indica en el RD 105/2008, el productor (constructor) dispondrá de la documentación que acredite que los residuos de construcción o demolición generados durante la obra, fueron gestionados en la propia obra o bien entregados a la instalación de valorización eliminación autorizada.

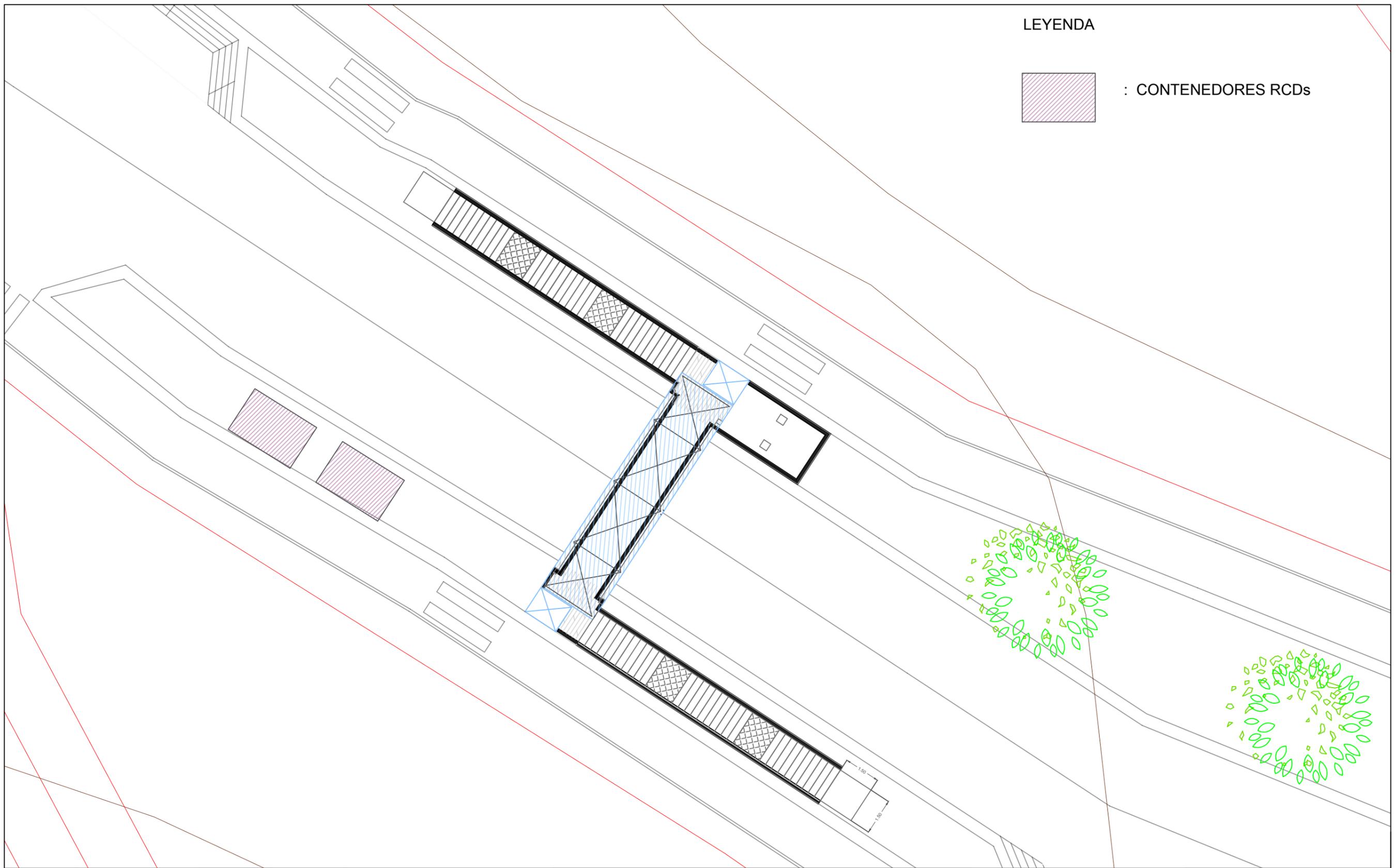
En general, los residuos que se generarán son de forma esporádica y espaciada en el tiempo. No obstante, se tendrá en cuenta que la demolición de la estructura existente, que se realizará en la fase inicial de las obras, será la tarea que más residuos generará. La periodicidad de las entregas se fijará en el plan de Gestión de Residuos en función del ritmo de trabajos previsto.

6. Valoración económica

La gestión de la cantidad total estimada de los residuos generados en la obra tiene un coste de ejecución material que asciende a la cantidad de cuatro mil setecientos ochenta y ocho euros con noventa y tres céntimos (4788,93).

El que este valor no sea demasiado elevado se debe principalmente a que la parte metálica, la más importante de la obra, se fabrica en taller.

DOC. Nº2. PLANOS

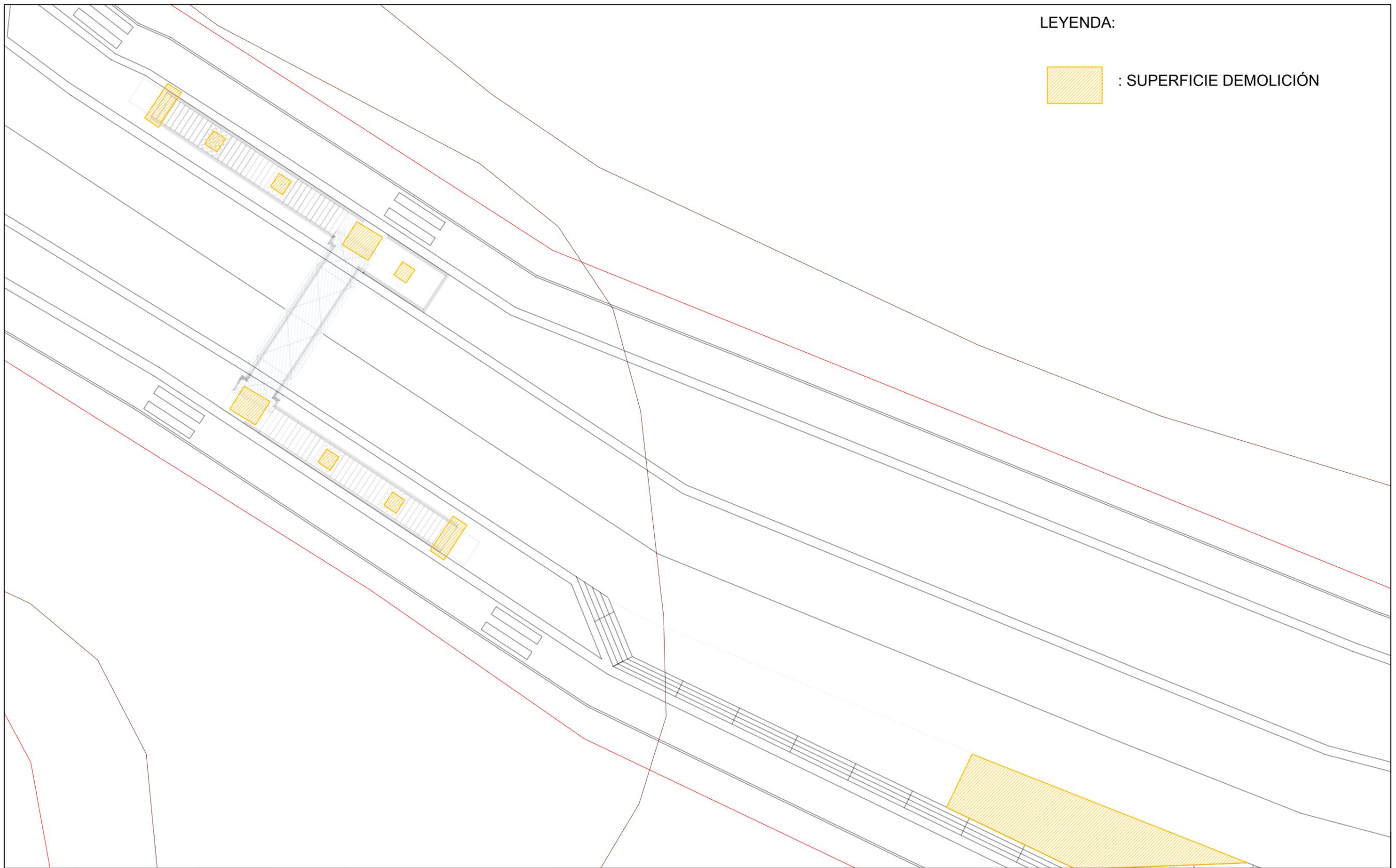


LEYENDA



: CONTENEDORES RCDs

| | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|------------|----------|-----------------------------------|--|--------------|-----------|
| | | | | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | PLANOS GESTIÓN DE RESIDUOS | | HOJA: 1 | PLANO: 13 |
| | | | | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | E: 1/150 | LOCALIZACIÓN DE CONTENEDORES RCDs | | OCTUBRE 2020 | |



| | | | | | | |
|---|--|---|----------|--------------------------------|--------------|-----------|
|     | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | PLANOS GESTIÓN DE RESIDUOS | HOJA: 2 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA:  | E: 1/200 | SUPERFICIE DEMOLICIÓN DE ACERA | OCTUBRE 2020 | |

DOC. Nº3. PLIEGO
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
PARTICULARES (PPTP)

ÍNDICE:

1. DEFINICIONES

2. PRESCRIPCIONES A TENER EN CUENTA EN LA OBRA EN RELACIÓN CON LOS RCDS

2.1 GESTIÓN DE RESIDUOS EN GENERAL

2.2 RETIRADA DE RESIDUOS EN OBRA

2.3 SEPARACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

2.4 ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS EN OBRA

2.5 CARGA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS

2.6 DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS

En la gestión de residuos de construcción y demolición, se estará a lo dispuesto en el Real Decreto 105/2008, del 1 de febrero, por lo que se regula la producción y gestión de los Residuos de Construcción y Demolición.

La gestión de residuos peligrosos se efectuará conforme a la legislación vigente nacional (fundamentalmente Ley 10/1998, RD 833/88, RD 952/1997, orden MAM/304/2002, así como sus modificaciones) y autonómica, tanto en lo que respecta a la gestión documental como a la gestión operativa.

La gestión de los residuos de carácter urbano de las obras municipales se efectuará conforme a las ordenanzas municipales y a la legislación autonómica aplicable.

2.2 Retirada de residuos en obra

En las demoliciones se observarán las medidas de seguridad necesarias para preservar la salud de los trabajadores y las afecciones al medio.

Como regla general, se procurará retirar los elementos peligrosos y contaminantes tan pronto como sea posible, así como los elementos recuperables.

Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en montones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

2.3 Separación de residuos en obra

1. Definiciones

- Residuo de construcción y demolición (según el R.D. 105/2008): cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de «Residuo» incluida en el artículo 3.la) de la Ley 10/1998, del 21 de abril, es generada en una obra de construcción o demolición.
- Residuo inerte (según el R.D. 105/2008): aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las que entra en contacto de forma que pueda dar lugar a la contaminación del medio o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la toxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

2. Prescripciones a tener en cuenta en la obra en relación con los RCDs

2.1 Gestión de residuos en general

En la gestión de residuos en general, se observará la legislación estatal aplicable, así como la reciente Ley 10/2008 de residuos de Galicia.

La segregación de los residuos en obra se deberá hacer tomando las medidas de protección y seguridad adecuadas, de modo que los trabajadores no corran riesgos durante la manipulación de los mismos.

Los procedimientos de separación de residuos, así como los medios humanos y técnicos destinados a la segregación de estos, serán definidos previo comienzo de las obras. Los restos del lavado de hormigoneras se tratarán como residuos de hormigón.

Se evitará la contaminación de los plásticos y restos de madera con productos tóxicos o peligrosos, asgo como la contaminación de los acopios por estos.

2.4 Almacenamiento de residuos en obra

El depósito temporal de residuos se efectuará en contenedores/recipientes destinados a tal efecto, de modo que se cumplan las ordenanzas municipales y la legislación específica de residuos, evitando los vertidos o contaminaciones derivadas de un almacenamiento incorrecto.

Los lugares o recipientes de acopio de los residuos estarán señalizados idónea y reglamentariamente, de modo que el depósito se pueda efectuar sin que quepa lugar a dudas. Los contenedores/recipientes de residuos estarán pintados con colores claro visibles, y en ellos constarán los datos del gestor del servicio correspondiente al residuo, incluida la clave de la autorización para su gestión.

Los contenedores permanecerán durante toda la obra perfectamente etiquetados, para así poder identificar el tipo de residuos que puede albergar cada uno. Los contenedores/bidones para residuos peligrosos se localizarán en una zona específica, señalizada y acondicionada para absorber posibles fugas, y estarán etiquetados según normativa.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra en los recipientes habilitados en la misma. Los contenedores deberán cubrirse fuera del horario de trabajo.

2.5 Carga y transporte de residuos

El transporte de los residuos destinados a valorización/eliminación será llevado a cabo por gestores autorizados por la Xunta de Galicia para la recogida y transporte de éstos. Se comprobará la autorización para cada uno de los códigos de los residuos a transportar. Se llevará un estricto control del transporte de residuos peligrosos, conforme a la legislación vigente.

El transporte de tierras y residuos pétreos destinados a reutilización, tanto dentro como fuera de las obras, quedará documentado.

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones necesarias para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc. debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

El contratista tomará las medidas idóneas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles, carreteras y zonas de tráfico, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público que utilice durante su transporte a vertedero. En todo caso estará obligado a la eliminación de estos depósitos a su cargo.

2.6 Destino final de los residuos

El contratista se asegurará que el destino final de los residuos es un centro autorizado por la Xunta de Galicia para la gestión de los mismos.

Se realizará un estricto control documental de los residuos, mediante albaranes de retirada, transporte y entrega en el destino final, que el contratista aportará a la Dirección Facultativa.

Para los RCDs que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se aportará evidencia documental del destino final.

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

APÉNDICE 13.2 : PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. Mediciones
CAPÍTULO 06.1 TRANSPORTE DE RESIDUOS

| | | | |
|---|-----------|---|--------|
| GRTE002 | m3 | TRANSPORTE DE RESIDUO PELIGROSO | |
| . Transporte de residuos de construcción o demolición peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión. | | | |
| Envases que contienen restos de sustancias peligrosas | 1 | 0,75 | 0,75 |
| | | | 0,75 |
| | | | 0,75 |
| GRTE001 | m3 | TRANSPORTE DE RESIDUO NO PELIGROSO | |
| . Transporte de residuos de construcción o demolición no peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión y entrega a gestor autorizado. | | | |
| Mezcla de hormigón, ladrillos, bloques y materiales cerámicos | 1 | 100,00 | 100,00 |
| Materiales pétreos (zahorra artificial) | 1 | 20,35 | 20,35 |
| Madera | 1 | 0,15 | |
| Mezclas bituminosas | 1 | 10,80 | |
| Cables | 1 | 0,04 | |
| Envases de papel y cartón | 1 | 0,60 | |
| Mezcla de residuos municipales | 1 | 0,60 | |
| | | | 132,54 |
| | | | 132,54 |

CAPÍTULO 06.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

| | | | |
|--|-------------------------------|--------|--------|
| GR0201 | SEPARACIÓN DE RESIDUOS | | |
| M3 de Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales. | | | |
| Mezcla de hormigón, ladrillos, bloques y materiales cerámicos | 1 | 100,00 | 100,00 |
| Materiales pétreos (zahorra artificial) | 1 | 20,35 | 20,35 |
| Madera | 1 | 0,15 | |
| Mezclas bituminosas | 1 | 10,80 | |
| Cables | 1 | 0,04 | |
| Envases de papel y cartón | 1 | 0,60 | |
| Mezcla de residuos municipales | 1 | 0,60 | |
| Envases que contienen restos de sustancias peligrosas | 1 | 0,75 | 0,75 |
| | | | 133,29 |
| | | | 133,29 |

CAPÍTULO 06.3 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

GRELO20 m3 ELIMINACIÓN OTROS RCD (LER 170904)

. de Gestión (Eliminación) de residuos de construcción y demolición mezclados, y distintos de los especificados en los códigos LER 170901, 170902 y 170903, con código LER 170904, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | | | | |
|---|---|-------|--------|--------|
| Mezcla de hormigón, ladrillos, bloques y materiales cerámicos | 1 | | 100,00 | 100,00 |
| Materiales pétreos (zahorra artificial) | 1 | | 20,35 | 20,35 |
| Madera | 1 | 0,15 | | 0,15 |
| Mezclas bituminosas | 1 | 10,80 | | 10,80 |
| Cables | 1 | 0,04 | | 0,04 |
| | | | | 131,34 |

131,34

GRELO30 m3 ELIMINACIÓN ENVASES C/SUSTANCIAS PELIGROSAS (LER 150110*)

. de Gestión (Eliminación) de residuos de envases que contienen restos de sustancias o están contaminadas por éstas, con código LER 150110*, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | | | | |
|---|---|--|------|------|
| Envases que contienen restos de sustancias peligrosas | 1 | | 0,75 | 0,75 |
| | | | | 0,75 |
| | | | | 0,75 |

GRELO40 m3 ELIMINACIÓN RSU O ASIMILABLES (LER 200301)

. de Gestión (Eliminación) de mezcla de residuos municipales, con código LER 200301, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | | | | |
|--------------------------------|---|------|--|------|
| Envases de papel y cartón | 1 | 0,60 | | 0,60 |
| Mezcla de residuos municipales | 1 | 0,60 | | 0,60 |
| | | | | 1,20 |
| | | | | 1,20 |

2. Cuadro de Precios 1
CAPÍTULO 06.1 TRANSPORTE DE RESIDUOS

| | | |
|---------|--|-------|
| GRTE002 | m3 TRANSPORTE DE RESIDUO PELIGROSO . Transporte de residuos de construcción o demolición peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión. | 49,27 |
| | CUARENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS | |
| GRTE001 | m3 TRANSPORTE DE RESIDUO NO PELIGROSO . Transporte de residuos de construcción o demolición no peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión y entrega a gestor autorizado. | 15,05 |
| | QUINCE EUROS con CINCO CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 06.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

| | | |
|--------|--|------|
| GR0201 | SEPARACIÓN DE RESIDUOS M3 de Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales. | 2,65 |
| | DOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 06.3 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

| | | |
|---------|---|--------|
| GREL020 | m3 ELIMINACIÓN OTROS RCD (LER 170904) . de Gestión (Eliminación) de residuos de construcción y demolición mezclados, y distintos de los especificados en los códigos LER 170901, 170902 y 170903, con código LER 170904, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | 41,30 |
| | CUARENTA Y UN EUROS con TREINTA CÉNTIMOS | |
| GREL030 | m3 ELIMINACIÓN ENVASES C/SUSTANCIAS PELIGROSAS (LER 150110*) . de Gestión (Eliminación) de residuos de envases que contienen restos de sustancias o están contaminadas por éstas, con código LER 150110*, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | 145,76 |
| | CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |
| GREL040 | m3 ELIMINACIÓN RSU O ASIMILABLES (LER 200301) . de Gestión (Eliminación) de mezcla de residuos municipales, con código LER 200301, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | 49,46 |
| | CUARENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS | |

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

3. Cuadro de Precios 2

CAPÍTULO 06.1 TRANSPORTE DE RESIDUOS
GRTE002 m3 TRANSPORTE DE RESIDUO PELIGROSO

. Transporte de residuos de construcción o demolición peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión.

| | |
|---------------------------------|-------|
| Maquinaria..... | 16,48 |
| Resto de obra y materiales..... | 30,00 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 46,48 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,79 |

TOTAL PARTIDA..... 49,27

GRTE001 m3 TRANSPORTE DE RESIDUO NO PELIGROSO

. Transporte de residuos de construcción o demolición no peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión y entrega a gestor autorizado.

| | |
|---------------------------------|-------|
| Maquinaria..... | 14,12 |
| Resto de obra y materiales..... | 0,08 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 14,20 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,85 |

TOTAL PARTIDA..... 15,05

CAPÍTULO 06.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS
GR0201 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

M3 de Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales.

| | |
|-------------------------------|------|
| Suma la partida..... | 2,50 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,15 |

TOTAL PARTIDA 2,65

CAPÍTULO 06.3 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS
GRELO20 m3 ELIMINACIÓN OTROS RCD (LER 170904)

. de Gestión (Eliminación) de residuos de construcción y demolición mezclados, y distintos de los especificados en los códigos LER 170901, 170902 y 170903, con código LER 170904, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 0,87 |
| Maquinaria..... | 2,34 |
| Resto de obra y materiales..... | 35,75 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 38,96 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,34 |

TOTAL PARTIDA 41,30

GRELO30 m3 ELIMINACIÓN ENVASES C/SUSTANCIAS PELIGROSAS (LER 150110*)

. de Gestión (Eliminación) de residuos de envases que contienen restos de sustancias o están contaminadas por éstas, con código LER 150110*, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | |
|---------------------------------|--------|
| Mano de obra | 0,87 |
| Maquinaria..... | 3,04 |
| Resto de obra y materiales..... | 133,60 |

| | |
|-------------------------------|--------|
| Suma la partida..... | 137,51 |
| Costes indirectos 6,00% | 8,25 |

TOTAL PARTIDA 145,76

GRELO40 m3 ELIMINACIÓN RSU O ASIMILABLES (LER 200301)

. de Gestión (Eliminación) de mezcla de residuos municipales, con código LER 200301, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores.

| | |
|--------------------|------|
| Mano de obra | 0,87 |
| Maquinaria..... | 3,04 |

Resto de obra y materiales..... 42,75

Suma la partida..... 46,66

Costes indirectos 6,00% 2,80

TOTAL PARTIDA 49,46

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

4. Presupuesto
CAPÍTULO 06.1 TRANSPORTE DE RESIDUOS

| | | | | | |
|--|-----------|--|--------|-------|-----------------|
| GRTE002 | m3 | TRANSPORTE DE RESIDUO PELIGROSO | | | |
| | | . Transporte de residuos de construcción o demolición peligrosos, asumiendo la titularidad del mismo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión. | | | |
| | | | 0,75 | 49,27 | 36,95 |
| GRTE001 | m3 | TRANSPORTE DE RESIDUO NO PELIGROSO | | | |
| | | . Transporte de residuos de construcción o demolición no peligrosos, asumiendo la titularidad del mis- | | | |
| | | mo, hasta instalaciones autorizadas para su gestión y entrega a gestor autorizado. | | | |
| | | | 132,54 | 15,05 | 1.994,73 |
| TOTAL CAPÍTULO 06.1 TRANSPORTE DE RESIDUOS..... | | | | | 2.031,68 |

CAPÍTULO 06.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS

| | | | | |
|--|-------------------------------|--|--------|---------------|
| GR0201 | SEPARACIÓN DE RESIDUOS | | | |
| | | M3 de Clasificación a pie de obra de los residuos de construcción y/o demolición, separándolos en fracciones (hormigón, cerámicos, metales, maderas, vidrios, plásticos, papeles o cartones y residuos peligrosos), dentro de la obra en la que se produzcan, con medios manuales. | | |
| | | | 133,29 | 2,65 |
| | | | | 353,22 |
| TOTAL CAPÍTULO 06.2 SEPARACIÓN DE RESIDUOS..... | | | | 353,22 |

CAPÍTULO 06.3 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

| | | | | | |
|----------------|-----------|---|--------|--------|-----------------|
| GRELO20 | m3 | ELIMINACIÓN OTROS RCD (LER 170904) | | | |
| | | . de Gestión (Eliminación) de residuos de construcción y demolición mezclados, y distintos de los especificados en los códigos LER 170901, 170902 y 170903, con código LER 170904, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente ho- | | | |
| | | mologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | | | |
| | | | 131,34 | 41,30 | 5.424,34 |
| GRELO30 | m3 | ELIMINACIÓN ENVASES C/SUSTANCIAS PELIGROSAS (LER 150110*) | | | |
| | | . de Gestión (Eliminación) de residuos de envases que contienen restos de sustancias o están con- | | | |
| | | taminadas por éstas, con código LER 150110*, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titulari- | | | |
| | | dad del residuo, aportación de recipientes debidamente homologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | | | |
| | | | 0,75 | 145,76 | 109,32 |
| GRELO40 | m3 | ELIMINACIÓN RSU O ASIMILABLES (LER 200301) | | | |
| | | . de Gestión (Eliminación) de mezcla de residuos municipales, con código LER 200301, por gestor autorizado, incluyendo: trámites necesarios para la realización del seguimiento del residuo hasta el punto de destino final, asunción de titularidad del residuo, aportación de recipientes debidamente ho- | | | |
| | | mologados, aportación de etiquetas normalizadas de caracterización del residuo y retirada y aportación de nuevos contenedores. | | | |
| | | | 1,20 | 49,46 | 59,35 |
| | | TOTAL CAPÍTULO 06.3 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS..... | | | 5.593,01 |
| | | TOTAL..... | | | 7.977,91 |

5. Resúmen del Presupuesto

| | | | |
|------|--|----------|------------------|
| 06.1 | TRANSPORTE DE RESIDUOS | 2.031,68 | 25,47 |
| 06.2 | SEPARACIÓN DE RESIDUOS | 353,22 | 4,43 |
| 06.3 | ELIMINACIÓN DE RESIDUOS..... | 5.593,01 | 70,11 |
| | TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL | | 7.977,91 |
| | 13,00% Gastos generales..... | 1.037,13 | |
| | 6,00% Beneficio industrial..... | 478,67 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | | 1.515,80 |
| | TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. | | 9.493,71 |
| | 21,00% I.V.A. | | 1.993,68 |
| | TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN + I.V.A. | | 11.487,39 |

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

Asciende el presupuesto base de licitación + I.V.A. a la expresada cantidad de ONCE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

ANEJO Nº14: SEGURIDAD Y SALUD

DOC Nº 1. MEMORIA

ÍNDICE:

1. OBJETO

2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

2.1. TABLERO

2.2. PAVIMENTO.

2.3. ACCESOS

2.4. PILAS

2.5. CIMENTACIONES

2.6. BARANDILLA

2.7. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

2.8. PRUEBA DE CARGA

2.9. PROCESO CONSTRUCTIVO

2.9.1. Fase 1

2.9.2. Fase 2

2.9.3. Fase 3

2.9.4. Fase 4

2.9.5. Fase 5

2.9.6. Fase 6

3. MARCO JURÍDICO

4. RIESGOS

4.1. RIESGOS PROFESIONALES

4.1.1. Agentes químicos

4.1.2. Agentes biológicos

4.1.3. Ruido

4.1.4. Vibración

4.1.5. Microclima laboral

4.1.6. Radiaciones ultravioleta

4.1.7. Contacto eléctrico directo e indirecto

4.1.8. Caídas

4.1.9. Proyección de partículas

4.1.10. Golpes

4.1.11. Cortes

4.1.12. Atrapamientos

4.1.13. Desplome de tierras, objetos y materiales

4.1.14. Incendios

4.1.15. Sobreesfuerzos musculares

4.2. RELACIÓN DE RIESGOS SEGÚN ACTIVIDAD

4.2.1. Riesgos por maquinaria.

4.2.2. Riesgos en excavaciones

4.2.3. Riesgos en hormigonado

4.2.4. Riesgos en estructura metálica

4.3. RIEGOS DE DAÑO A TERCEROS

4.4. RIESGOS PROFESIONALES ESPECÍFICOS

5. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES

5.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD DE APLICACIÓN A LAS OBRAS

5.1.1. Actuaciones previas a la ejecución de las obras

5.1.2. Disposiciones mínimas relativas a los lugares de trabajo en obras

5.2. PROTECCIONES INDIVIDUALES Y COLECTIVAS

5.2.1. Protecciones individuales

5.2.2. Protecciones colectivas

5.3. MEDIDAS PREVENTIVAS ESPECÍFICAS

5.4. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

5.5. FORMACIÓN E INFORMACIÓN AL PERSONAL DE OBRA

5.5.1. Derecho a la información

5.5.2. Derecho de consulta y participación de los trabajadores

5.5.3. Derecho a formación en seguridad y salud

6. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS.

7. APLICACIÓN DE LA SEGURIDAD DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO

8. NORMAS BÁSICAS DE COMPORTAMIENTO

1. Objeto

Este anejo tiene como objeto definir las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, así como las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la ejecución de las obras del Proyecto, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/97 (B.O.E: 25-10). Sirve para dar directrices prácticas al contratista para cumplir con sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales.

Este estudio será supervisado por la dirección facultativa, antes del inicio de la obra, manteniéndose después, una copia a su disposición. Otra copia se entregará al comité de seguridad y salud y, en su defecto, a los representantes de los trabajadores. De igual forma, una copia del mismo se entregará al jefe de seguridad, y otra al vigilante de seguridad. Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social y de los técnicos de los gabinetes técnicos provinciales de seguridad y salud para la realización de sus funciones. Este documento considera:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo, de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.

2. Descripción de las Obras

Las obras que comprende este Proyecto, descritas a continuación en línea con lo también explicitado en la Memoria Descriptiva y el Pliego de Condiciones de este proyecto, son las correspondientes a la " Pasarela peatonal de acceso a Bastiagueiro ".

La pasarela peatonal se sitúa en el municipio de Oleiros, en uno de los principales accesos al mismo. Se realiza a continuación la descripción de los elementos que forman la estructura de la pasarela, así como todo el resto de las

características que definen por completo este proyecto. Los planos del Documento nº2 complementan todo lo aquí escrito.

2.1 Tablero

Como tipología del tablero es en celosía. Así, sobre las dos celosías laterales verticales y unidas mediante barras transversales reposara el forjado.

Las celosías están formadas por vigas de acero. Las vigas que forman los cordones se componen de IPE 200 de acero S275JR, formando un tablero conformado por perfiles uniformes unidos por tornillos y soldaduras. La separación entre ejes de los cordones laterales del tablero es de 2.6 m, quedando una longitud libre entre chapas interiores de las mismas de 2.3 m. Quedando como anch útil de la pasarela tras emplearse los 5 cm existentes hacia el interior del tablero de la pasarela para la colocación de los led, y 16 cm que es lo que ocupa transversalmente cada una de las barandillas. Todos los elementos son IPE 200 cuyas dimensiones, uniones y características principales quedan reflejadas en el Documento nº2: Planos.

2.2 Pavimento

Es el elemento que va a recibir directamente las sobrecargas de uso y está formado por una chapa grecada que realiza la función de encofrado perdido del hormigón de la losa y de armadura de momentos flectores positivos una vez ha fraguado el hormigón, y por una capa de hormigón HA-25 de 16cm de espesor, ocupando todo el espacio que se encuentra entre la chapa grecada y el borde del perfil IPE 200. La conexión del forjado de chapa colaborante con las vigas transversales del tablero se realiza mediante conectadores CTF 12/90 cada viga transversal, anclados mediante clavos aplicados por disparo con pistola.

El acabado superficial del forjado consiste en un pavimento conformado por una chapa de 6 mm con marcas antideslizantes, idéntica a la chapa que conforma los escalones de las rampas.

2.3. Accesos

Para acceder a la pasarela se dispondrán rampas de acceso tanto en el lado Norte como en el Sur, y ambas serán idénticas y simétricas, lo cual simplifica notablemente el proceso constructivo. La rampa estará formada por cordones laterales de perfiles IPE 330 anclados al terreno en un extremo, y anclados a la estructura superior de la pasarela en el otro. Estos cordones laterales irán complementados por perfiles IPE 200 transversales que irán

soldados a estos constituyendo la estructura resistente de las rampas. En los descansos también se emplearán perfiles IPE 160 en las diagonales, para ayudar soportar el peso de los posibles viandantes que se paren en esos tramos de las rampas y para transmitir correctamente todos los esfuerzos a los pilares que se encuentran en esos puntos. Los descansos intermedios constarán de 1.3 metros de longitud y la anchura de la rampa se situará en 1.84 m. Los escalones quedarán unidos sobre los perfiles IPE 200 que a su vez están soldados a los cordones laterales IPE 330, y están formados por una chapa de acero de espesor 6 mm con muescas y dibujo antideslizante, idéntica a la que se encuentra sobre el tablero.

2.4 Pilas

La celosía del tablero está compuesta por un solo vano de 9 metros y se encuentra apoyada sobre dos pilas de hormigón en cada extremo. Todas las pilas tienen una sección rectangular constante de 0.3x0.3 m desde fuste hasta coronación. El material utilizado es un hormigón H-25 para todas las pilas. La geometría completa de ambas pilas queda definida totalmente en el Documento nº2: Planos. Además, existen otras cuatro (4) pilas, dos (2) a cada extremo que enlazan los diferentes elementos de la pasarela peatonal, el mirador, las rampas y el mecanismo del ascensor. Todas las pilas de Hormigón compartirán idénticas dimensiones y características. La distribución de las pilas se distribuye de forma simétrica a ambos lados del tablero, formando las mismas un cuadrado de 2.5 por 2.5 metros, en el que estas se encuentran en las esquinas. Cuatro (4) pilas a cada lado del tablero.

Además de las pilas de hormigón se han contado con pilas formadas por elementos metálicos IPE 240 para el apoyo de las rampas y del mirador. Todas están conformadas por el mismo tipo de perfil IPE y todas constan del mismo diseño en uve "V", cuyas dimensiones y diseño quedan definidos en el Documento nº2: Planos. Estas pilas están realizadas en acero S275JR.

2.5 Cimentaciones

La cimentación de la estructura se ha realizado mediante el empleo de zapatas de hormigón armado, las cuales serán las encargadas últimas de transmitir las cargas de la estructura al estrato resistente del terreno. Todas han sido diseñadas para su ejecución con hormigón HA-25/P/30/IIIa, con acero corrugado B500S para las armaduras, sobre una capa de hormigón de limpieza HM-10 de 10 cm. de espesor.

A continuación, serán descritas someramente, debiendo ser consultados los planos contenidos en el Documento nº2: Planos para obtener detalles más precisos acerca de dimensiones, armado y placas de anclaje.

A continuación, se describen brevemente las dimensiones principales de cada una de las zapatas, teniendo en total tres (3) tipologías diferentes de cimentación, dependiendo del tipo de pilar y del elemento que está sustentando.

Las cimentaciones de las pilas 1 y 4 (de las rampas Norte y Sur respectivamente), son idénticas y se encuentran en las bases de las rampas, consistiendo en la primera transmisión de carga de las mismas al terreno. En este caso se han denominado pilas 1 y 4 a los apoyos de los cordones laterales que conforman las rampas de acceso al tablero. Tendrán diseño rectangular con unas dimensiones de 2.6x0.65x0.30 m (Largo x Ancho x Profundo).

Las cimentaciones de las pilas 2,3,5 y 6 son aquellas que transmiten las cargas de los pilares intermedios que soportan las rampas de acceso a la altura de los tramos de los descansos. Comparten dimensionamiento y características con las zapatas del pilar "7", en el cuál se apoya el mirador. Todas ellas son cimentaciones rectangulares con dimensiones de 65x75x0.30 (Largo x Ancho x Profundo).

Finalmente tendremos la tercera tipología de cimentación en este proyecto constructivo. Estas zapatas se encargan de transmitir los esfuerzos de los pilares de hormigón A,B,C,D,E,F,G Y H. En este caso se trata de cimentaciones cuadradas cuyas dimensiones son 0.80x0.80x0.30 (Largo x Ancho x Profundo).

Las dimensiones de las placas de anclaje de acero S275 en perfil plano en cimentación serán de 75x65x30 cm., con pernos de redondo liso de 25 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 55 cm., roscados, i/taladro central, angular de sujeción y perno de acero, totalmente colocada

2.6 Barandilla

La barandilla está compuesta por barras de acero rectangulares con soporte verticales de 20mm de espesor y 40 mm de anchura. Los perfiles verticales se unen con los transversales mediante soldadura y alcanzan una altura constante de 0.95 m a lo largo de todo su recorrido. Además cuenta con un pasamanos soldado consistente en un perfil tubular de diámetro 40 mm, unido a los apoyos de las barras de acero mediante un perfil rectangular de

20mm de anchura.

Todos los elementos que conforman la barandilla tienen espesor de 20 mm y están realizados en acero S 275 JR. La separación entre las barras de soporte verticales coincidirán con los descansos en la rampa, y serán cada dos (2) metros en los tramos de tablero y de dos metros y medio (2.5) en el mirador. El pasamanos se encontrará unido a la barandilla en esos mismos puntos, y alcanzará una altura de 0.67 m en todo momento. La barandilla irá soldada sobre las vigas longitudinales intercalando una chapa, también soldada, en la base para facilitar su instalación.

2.7. Cubierta

El vano principal de la pasarela estará protegido por una cubierta realizada con policarbonato alveolar tipo Arcoplus de 40 mm de espesor. Esta cubierta se colocará a lo largo de toda la celosía superior, con unas dimensiones de 2.5x10.5 m en total, si bien es cierto que el tamaño de cada una de las placas de policarbonato tendrán dimensiones inferiores en función de las características disponibles de cada casa comercial.

2.8. Bordillo de hormigón

Elemento prefabricado de hormigón, colocado sobre un cimiento de este mismo material, que separa zonas de distinto uso o pavimentos diferentes.

2.9. Acera de loseta hidráulica

La presente unidad se refiere a los solados constituidos por baldosas de loseta hidráulica (según clasificación y definiciones de la norma UNE 127-001-90) de color, de las dimensiones fijada en los demás documentos del Proyecto, asentadas sobre una capa de mortero.

2.7. Interferencias y servicios afectados

Antes del comienzo de las obras se investigará la existencia de servicios afectados (agua, gas, electricidad, teléfono, alumbrado público, edificaciones, etc.) en la zona para tomar las medidas precisas en orden a la debida seguridad de los trabajos. A priori se detectan:

- Conducciones de saneamiento y drenaje
- Conducciones de telefonía
- Conducciones de electricidad.

2.14. Prueba de carga

La prueba de carga, antes de poner en servicio la estructura, se efectuará según la normativa actual

“Pruebas de carga en puentes de carretera” del MOPU (1988). Se proyectan distintos casos de carga, presentados en el proyecto de prueba de carga del anejo correspondiente, para las que se medirán los desplazamientos que se producen en la estructura. Los estados de carga que se considerarán para la prueba de carga son los siguientes:

- Carga repartida de 4 kN/m² aplicada en todo el vano para reproducir fenómenos de torsión.

Esta carga equivale a un total de 90 kN, que se materializa 180 sacos de 50 kg cada uno, repartidos uniformemente a lo largo de la superficie citada.

- Carga repartida de 4 kN/m² aplicada únicamente en la rampa de acceso. Esto equivale a una carga de 87.58 kN, que se puede materializar con 176 sacos de 50 kg cada uno, repartidos uniformemente en la superficie citada.

- Carga repartida de 4 kN/m² aplicada únicamente en el vano central. El cuál es equivalente a la primera prueba de carga realizada.

2.15. Proceso constructivo

El procedimiento constructivo que se plantea en este proyecto no es contractual, y por lo tanto el Contratista podrá emplear cualquier otro método para ejecutar las obras, siempre que lo justifique convenientemente, no afecte a la geometría definida de la pasarela y sea aceptado por la Dirección de Obra.

También podrá variar los procedimientos durante la ejecución de las obras, sin más limitación que la aprobación previa y expresa del Director de la Obra, el cual otorgará, en cuanto los nuevos métodos no vulnerasen el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, pero reservándose el derecho de exigir los métodos antiguos si él comprobara, discrecionalmente, la menor eficacia en los nuevos.

El procedimiento constructivo propuesto consta, a grandes rasgos, de las siguientes fases:

FASE 1:

- Replanteo, trabajos previos, preparación de terreno.
- Ejecución de Foso del Ascensor

FASE 2:

- Ejecución de las cimentaciones de las zapatas con su ferralla y hormigonado, quedando en espera las barras corrugadas para el anclaje de los soportes (Esperas provisionales)
- Ejecución de las torres del ascensor
- Ejecución en taller de los tres vanos de la celosía, Mirador y Rampas

FASE 3:

- Transporte y acopio de los módulos etálicos procedentes de taller. Existe la posibilidad de llevar a cabo esta actividad de un modo continuo en función de las necesidades, la programación prevista en el plan de obra y el avance de la misma.

- Colocación y soldado de la estructura del Vano principal
- Retirada de las esperas

FASE 4:

- Colocación de Forjados y escaleras
- Colocación del mirador

FASE 5:

- Ejecución del forjado colaborante y chapa grecada
- Colocación de la barandilla y de la cubierta

FASE 6:

- Colocación de la Iluminación
- Acondicionamiento del entorno. Ajardinamiento y pavimentación del área circundante y del entorno afectado por las obras, incluyendo la restitución de aceras y elementos urbanos afectados.
- Ejecución de la reglamentaria prueba de carga, con toma de medidas de flechas de comparación con los valores teóricos.
- Replanteo final de la obra por métodos topográficos.
- Colocación de la seguridad Vial.

3. Marco Jurídico

Como queda dicho, este estudio de Seguridad y salud se redacta en cumplimiento de lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, cuyo artículo 4 establece las condiciones de obligatoriedad para los proyectos técnicos de construcción, viniendo reglamentariamente exigido en el presente caso.

De acuerdo con ello, este estudio debe ser complementado, antes del comienzo de la obra, por el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista. Dicho plan desarrollara las medidas preventivas previstas en el estudio, adaptando estas a las técnicas y soluciones que han de ponerse finalmente en obra. Eventualmente, el plan de seguridad y salud podrá proponer alternativas preventivas a las medidas planificadas aquí, en las condiciones establecidas en el artículo 7 del ya citado Real Decreto 1627/1997.

En su conjunto, el plan de seguridad y salud constituirá el conjunto de medidas y actuaciones preventivas derivadas de este estudio, que el contratista se compromete a disponer en las distintas actividades y fases de la obra, sin perjuicio de las modificaciones y actualizaciones a que pueda haber lugar, en las condiciones reglamentariamente establecidas.

La base legal de este estudio, así como del citado Real Decreto 1627/97, dictado en su desarrollo, es la Ley 31/1.995, de 10 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, cuyo desarrollo reglamentario, de aplicación directa al estudio de Seguridad y salud, en tanto que establece normas que deben ser observadas parcial o totalmente en su redacción y posterior cumplimiento que, sin perjuicio de las recogidas en el pliego de condiciones de este estudio, se concretan en las siguientes:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. del 10-11-95). Modificaciones en la Ley 50/1998, de 30 de diciembre.
- Estatuto de los Trabajadores (Real Decreto Legislativo 1/95, de 24 de marzo).
- Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 39/97, de 17 de enero, B.O.E. 31-01- 97).
- Modificación del Reglamento de los Servicios de Prevención (Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, B.O.E.01-05-98).
- Desarrollo del reglamento de los servicios de prevención (O.M. de 27/06/97, B.O.E. 04/07/97) Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de Construcción (Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, B.O.E. 25-10-97).

- Reglamento sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo (Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares Trabajo [excepto Construcción] (Real Decreto 486/97, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación de Cargas (Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23-04-97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas al trabajo con Equipos que incluyen Pantallas de Visualización (Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, B.O.E. 23- 04-97)
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la exposición a Agentes Biológicos durante el trabajo (Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97).
- Adaptación en función del progreso técnico del Real Decreto 664/1997 (Orden de 25 de marzo de 1998 (corrección de errores del 15 de abril).
- Reglamento de Protección de los trabajadores contra los Riesgos relacionados con la Exposición a Agentes Cancerígenos durante el trabajo (Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, B.O.E. 24-05-97).
- Reglamento sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual (Real Decreto 773/1997, de 22 de mayo, B.O.E. 12-06- 97).

4. Riesgos

4.1. Riesgos profesionales

4.1.1. Agentes químicos

El incorporar microorganismos patógenos para el hombre durante la realización de trabajos, ya sea por inoculación a través de cortes y/o pinchazos, por inhalación, al respirar virus o bacterias, o por contacto, es un riesgo presente en los trabajos de construcción.

En los trabajos del campo existe siempre el riesgo de picaduras y mordeduras. Por inhalación de bioaerosoles (dispersiones de partículas de tamaño muy reducido constituidas por microorganismos: bacterias, hongos o sus esporas) en trabajos de perforación o excavación. En los trabajos de demolición, por la inhalación de los elementos reproductores del hongo histoplasma que puede desarrollar una histoplasmosis.

4.1.2. Agentes biológicos

Estos riesgos incluyen la posibilidad de afecciones producidas por inhalación, contacto o ingestión de sustancias perjudiciales para la salud:

-Por la inhalación de polvo silíceo durante las operaciones de corte de piezas cerámicas y de polvo selenítico durante el tratamiento del yeso.

-En la manipulación del cemento, por su contenido en cromo, cobalto y aditivos especiales para su fraguado. Por la inhalación de polvo fino de madera y vapores de los barnices y lacas de recubrimiento en las operaciones de lijado y corte de maderas.

-Por la inhalación de vapores de los disolventes en la aplicación de recubrimientos de pintura por medios manuales o mediante pistola de aire comprimido.

4.1.3. Ruido

Se trata de la posibilidad de lesiones auditivas por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles. Cuando exista esta problemática, se deberá hacer lo establecido en el RD 1316/89 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo:

- En el uso de motocompresores y martillos neumáticos.
- En el corte de piezas cerámicas.
- En el trabajo al unísono de varias máquinas, por el empleo de elementos auxiliares en operaciones de demolición y excavación.
- En plantas hormigoneras.

4.1.4. Vibración

Se consideran situaciones de riesgo todos los movimientos transmitidos al cuerpo humano por estructuras sólidas que sean capaces de producir un efecto nocivo o provocar cualquier molestia:

- En la utilización de martillos neumáticos.
- En la utilización de vibradores de hormigón.

4.1.5. Microclima laboral

En todas las actividades realizadas a la intemperie como la construcción, hay riesgo de frío o calor. La temperatura ambiente no sólo puede producir una insatisfacción al trabajador, sino que también puede provocarle lesiones o principios de congelamiento en bajas temperaturas, o golpe de calor en altas temperaturas.

Estos cambios de temperaturas, dependerán de la época de trabajo y del lugar geográfico en que se desarrolle la actividad constructiva.

4.1.6. Radiaciones ultravioleta

Las radiaciones ultravioletas son un riesgo existente en las operaciones de soldadura por arco voltaico, tarea común en la construcción tanto en la instalación de procesos como en la modificación o mantenimiento de los mismos.

4.1.7 Contacto eléctrico directo e indirecto

Se trata del peligro de daños por descarga eléctrica al entrar en contacto con maquinarias portátiles, cables, equipos, etc., sometidos a tensión eléctrica que, por fallos en el aislamiento o por instalaciones incorrectas, sufren los trabajadores. Por ejemplo: conexiones, cables y enchufes en mal estado, regletas, cuadros de comandos, bornes, líneas eléctricas, transformadores, motores eléctricos, lámparas, soldadura eléctrica, etc. Dentro de la construcción las situaciones con mayor riesgo de contacto eléctrico son:

- El uso de maquinaria portátil y herramientas eléctricas (mesa de sierra, amoladora angular, perforadora, etc.).
- Por las instalaciones provisionales en las proximidades de la zona de trabajo.
- En operaciones de soldadura eléctrica en recintos muy conductores, como estructuras metálicas, o ambientes húmedos, se pueden provocar descargas que, en trabajos en altura pueden ocasionar caídas.
- En máquinas en general.
- En cables y conductores eléctricos.
- En trabajos cercanos a conductores de alta tensión.

4.1.8 Caídas

El riesgo de caídas a distinto nivel o desde máquinas útiles existe cuando se realizan trabajos en zonas elevadas sin protección adecuada, como barandillas, antepechos, muros, barreras, redes, etc., y en huecos existentes en pisos y zonas de trabajo, como por ejemplo: escaleras de peldaños, escaleras fijas, escaleras de mano, plataformas, altillos, pasarelas, fosos, muelles de carga, estructuras y andamios, zanjas, cajas y cabinas de camión, árboles, postes, etc. Dentro del proceso constructivo el riesgo de caídas se concreta en las siguientes situaciones:

- Caídas durante la ejecución de trabajos de encofrado, desencofrado, colocación de ferralla y hormigonado.
- Caídas desde andamios o plataformas de trabajo (torreta de hormigonado).
- Caídas junto a bordes de forjado y huecos interiores de la obra.
- Caídas por desplazamiento sobre encofrados o elementos poco resistentes como casetones, bovedillas, etc.
- Caídas durante los trabajos de ejecución de cerramientos y divisiones sobre los andamios o en trabajos de terminación en huecos verticales.
- Caídas durante las tareas de cobertura de elementos horizontales y verticales con materiales diversos, como mortero, yeso, pétreos, etc.
- Caídas durante las tareas de colocación de falsos techos de materiales diversos, como escayolas, plásticos, fibras, maderas, etc.
- Caídas durante las operaciones de maquinaria para el movimiento de tierras, como palas cargadoras, retroexcavadoras, etc.
- Caídas al subir o bajar de la máquina.

- Caídas durante las operaciones de mantenimiento sobre plataformas de trabajo.

4.1.9 Proyección de partículas

Las máquinas y herramientas que sirven para el desbaste, pulido o mecanizado de piezas metálicas, así como las que sirven para la erosión, trituración, mezclado, tamizado, etc., provocan durante su trabajo la proyección de partículas de los materiales sobre los que actúan, pudiendo incidir sobre el trabajador provocándose lesiones que pueden ser graves si inciden en los ojos, por ejemplo, con: virutas, chispas de amolado, soldadura o cortocircuito, esquirlas, astillas, etc. Especialmente dentro del sector de la construcción se detectan tales riesgos en:

- En las operaciones de corte de material (madera de encofrados, ferralla).
- En el picado de hormigones mal ejecutados.
- En la ejecución de rozas.
- En la ejecución de trabajos de tabiquería por encima del plano horizontal de la vista.
- En los trabajos de enlucido o enfoscado de techos o paramentos por encima del plano horizontal de la vista.
- En la limpieza de encofrados de restos de material.
- Por la proyección de chispas durante las operaciones de soldado de ferralla.
- En las operaciones de extendido de colas o pegamentos y de colocación de material (grapas, clavos).
- En el corte con sierra circular de piedra y materiales cerámicos.

4.1.10 Golpes

El riesgo de darse golpes con objetos, ya sean móviles o inmóviles, o de recibir golpes de éstos, es muy alto en la actividad constructiva, ya sea por el uso de herramientas manuales, sobre todo de percusión, trabajo con máquinas que disponen de desplazamientos propios, invasión de la zona de paso por algunas partes salientes de materiales o máquinas, estrechamiento de zonas de paso, vigas o de conductos a baja altura, insuficiente iluminación de la zona de trabajo y/o tránsito, etc.

4.1.11 Cortes

Al igual que los golpes, el riesgo de sufrir cortes con objetos, herramientas o útiles de trabajo está presente en todos los puestos de trabajo así como en las zonas de tránsito en una obra.

La posibilidad de lesión por objetos cortantes, punzantes o abrasivos, herramientas o útiles manuales, cuchillas, destornilladores, martillos, lijas, cepillos metálicos, muelas, aristas vivas, herramientas accionadas, ventiladores, taladros, tornos, sierras, cizallas, fresas, etc., depende generalmente del correcto uso de estas herramientas, de su mantenimiento, de la formación que hayan recibido los operarios y del orden y la limpieza de la industria.

4.1.12 Atrapamientos

En el sector de la construcción existe el riesgo de sufrir una lesión por atrapamiento o aplastamiento de cualquier parte del cuerpo por mecanismos de máquinas o entre objetos, piezas o materiales como engranajes, rodillos, correas de transmisión, transportadores, mecanismos en movimiento, cadenas en arrastre, vuelco de carretillas elevadoras, etc. Las operaciones que entrañan este riesgo son en especial:

- Las operaciones de recepción de cargas.
- En la descarga y traslado de materiales.
- Por atrapamiento entre los elementos móviles sin proteger de los mecanismos de elevación y descenso (plataformas, montacargas, poleas, etc.).
- En las operaciones de mantenimiento de máquinas, por atrapamiento entre sus partes móviles o por movimientos inesperados.
- En la circulación y ejecución de trabajos.
- En los trabajos en zonas de pendiente excesiva.
- Por sobrecarga de elementos de izaje.

4.1.13 Desplome de tierras, objetos y materiales

El peligro existe por la posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, tabiques, hundimientos de pisos por sobrecarga, tierras en cortes o taludes, zanjas, galerías de minas, etc.

También existe la posibilidad de caída de objetos que no están manipulando y se desprenden de su situación como materiales en estanterías, piezas cerámicas en fachadas, lámparas y aparatos suspendidos, conductos, objetos y herramientas dejados en puntos elevados, barandillas sin rodapié sobre zonas de trabajo o paso, etc. De igual modo en las tareas de encofrado y desencofrado puede ocurrir el desplome de elementos como puntales, tableros, bovedillas, etc. o bien en los forjados por el hundimiento por sobrecarga de material acumulado. En el momento del hormigonado puede haber hundimiento de zonas por mala colocación de elementos de alivianado o falta de apuntalamiento. Por último en los trabajos de excavación y/o zanqueo para cimentaciones o conducciones.

4.1.14 Incendios

La gran cantidad de siniestros que se producen y el elevado porcentaje de pérdidas personales y materiales que normalmente ocasionan, obliga a considerar en profundidad el problema de la lucha contra incendios, existiendo la necesidad de evaluar este riesgo y tomar las medidas oportunas para su prevención. Los tres grandes capítulos de estudio son los siguientes:

- El riesgo de que el incendio se inicie o se propague: la mayoría de incendios tienen su origen en la no adopción de medidas simples de prevención.
- Las consecuencias materiales propias y a terceros: se debe determinar la peligrosidad de la obra, su ubicación, las cercanías de vecinos, etc., para evitar que, si se produce un incendio, sean mínimas las pérdidas materiales propias y no se vean afectados terceros.
- Las consecuencias humanas: cuando se inicia un incendio, el evitar daños a personas de la empresa o ajenos a la misma dependerá fundamentalmente de la existencia del plan de autoprotección y de cómo se ejecutó éste. Dentro del sector de la construcción el riesgo de incendios aparece en especial:
 - En las operaciones de soldadura.

- En las zonas de corte o lijado de maderas y de acopio de materiales combustibles (viruta, serrín, colas de impacto, barnices, etc.) unido a una elevada carga térmica, supone un considerable riesgo de incendio.
- Por repostar combustible.
- En los cambios de lubricante de las máquinas y vehículos.
- En el uso de vehículos con mantenimiento deficiente o pérdidas de combustible.
- En instalaciones provisionales de obra, cuyos cables provoquen chispas debido a su estado.
- Por el uso incorrecto de equipos de soldadura oxiacetilénica.
- En la acumulación de carga de fuego sin control (sacos de papel, restos de madera, palets, etc.).
- En depósitos precarios de materiales de terminación, como madera de revestimiento, moquetas, pinturas, solventes, etc.

4.1.15. Sobreesfuerzos musculares

La ergonomía espacial o geométrica se centra en la relación entre el hombre y las condiciones métricas de su trabajo. Algunas operaciones (transporte de piezas, levantamiento de materiales, etc.) exigen sobreesfuerzos musculares repetidos que pueden generar lesiones en el trabajador, por lo que es conveniente el uso de elementos mecánicos o hidráulicos de elevación y transporte que eviten tal situación. Por otra parte un sobreesfuerzo accidental o mal ejecutado suele ser el responsable en muchos casos de lesiones al trabajador.

Para evitarlo es aconsejable el uso de una técnica adecuada de manipulación de cargas para no lastimar las articulaciones o la columna vertebral del trabajador. Las posibles lesiones músculo-esqueléticas y/o la fatiga física al producirse un desequilibrio entre las exigencias de la tarea y la capacidad física de individuo, están presentes en tareas como el manejo de cargas a brazo, el amasado, el lijado manual, los enyesados o la mecánica de mantenimiento.

4.2. Relación de riesgos según actividad

4.2.1. Riesgos por maquinaria

- Atropellos.
- Cortes.

- Proyecciones de partículas.
- Atrapamientos por órganos móviles.

4.2.2. Riesgos en excavaciones

- Desprendimientos.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.
- Vuelco por accidentes de vehículos o máquinas.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes y golpes.
- Polvo.

4.2.3. Riesgos en hormigonado

- Caídas de personas al mismo o a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Electrocuciiones.
- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas.

4.2.4. Riesgos en estructura metálica

- Caída de personas al mismo o a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Electrocuciiones.
- Cortes y golpes.

4.3. Riegos de daño a terceros

De las modificaciones del entorno que la obra produce derivan riesgos que pueden producir daños a terceras personas no implicadas en la ejecución de la misma, debidas a circulación de vehículos y a la proximidad a centros educativos y de ocio, tales como:

- Caída de objetos.
- Atropellos.

Se considerará zona de trabajo: todo el espacio por donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro: una franja de 5 metros alrededor de la de trabajo. Se impedirá el acceso de personas ajenas a la obra, para lo cual se procederá al vallado de la misma y se distribuirán por la misma carteles de "PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA", si existiesen caminos de uso por terceros, dentro de la obra, se protegerán con vallas metálicas autónomas, y en la zona de peligro con cintas de balizamiento reflectantes. Se señalizarán, de acuerdo con la norma vigente 8.3.-IC, el enlace con las vías próximas. Se señalizará la existencia de zanjas, pozos, trasdós de obras de fábrica, etc., para impedir posibles caídas de personas que puedan introducirse en la obra.

Se dispondrán vallas de limitación y carteles indicativos en los puntos de acceso a las zonas de trabajo, maquinaria, instalaciones, acopios, etc., cuando estén situadas en el paso de peatones o vehículos.

4.4. Riesgos profesionales específicos

Las interferencias que instalaciones actuales producen en las obras, pueden generar los siguientes riesgos:

- Electrocuación por contacto con líneas eléctricas (para prevenir este riesgo, si la línea es aérea, se dispondrán a ambos lados pórticos de gálibo). La separación entre el conductor más próximo y la parte más elevada de las máquinas que pasen por debajo será de 3 metros para líneas de hasta 50Kv y de 5 metros para línea de más de 50 Kv.
- Inundaciones por rotura de tuberías de abastecimiento, (para prevenir este riesgo se achicará el agua rápidamente en prevención de inestabilidades en los taludes de las zanjas).
- Riesgos de atropello a lo largo de las carreteras actuales. (Las zonas de obra que se ejecuten próximas a carreteras con tráfico, se balizarán y delimitarán con cinta de franjas rojas y blancas, malla de PVC, etc., y los trabajadores que realicen trabajos en estas zonas irán provistos de chalecos reflectantes y ropa de trabajo de colores vivos).
- Todas las máquinas deberán ser mantenidas y revisadas periódicamente, especialmente, frenos, luces, bocina de marcha atrás, etc.

5. Prevención de riesgos profesionales

5.1. Disposiciones mínimas de seguridad y salud de aplicación a las obras

El Anexo IV del RD 1627/97 relaciona las denominadas disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras, distinguiendo entre aquellas que son de aplicación general en el conjunto de la obra, las aplicables exclusivamente a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales y por último las aplicables en el exterior de los locales.

Las obligaciones que prevé el citado anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

5.1.1. Actuaciones previas a la ejecución de las obras

5.1.1.1. Accesos y señalización

Se establecerán accesos para personas, vehículos y maquinaria de la obra. En cuanto a señalización, se

distinguen dos tipos: de seguridad y salud y de obras en carretera.

5.1.1.2. Señalización de seguridad y salud

De forma general y con los criterios establecidos en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, deberá colocarse en la obra la correspondiente señalización de seguridad. Asimismo, en la oficina de obra se instalará un cartel con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel deberá estar junto al teléfono, para poder hacer uso del mismo, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.

5.1.1.3. Señalización de obras en carretera

Las señales de tráfico deberán ajustarse, en cuanto a su distribución y características, a lo establecido para obras en la Instrucción 8.3-IC de la ORDEN MINISTERIAL de 31/08/87 del MOPU.

5.1.1.4. Servicios sanitarios y comunes

Se instalarán con los criterios establecidos en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Todas las instalaciones de la obra se mantendrán limpias, de manera que los residuos no deben permanecer en los locales utilizados por las personas sino en el exterior de estos y en cubos con tapa. A modo orientativo, los criterios para la instalación de los complementos en los locales serán los siguientes:

- Comedor: calienta comidas, mesas, bancos o sillas.
- Aseos: inodoros, duchas, lavabos, espejos, calentador de agua, jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.
- Vestuarios: bancos, perchas, 1 taquilla por trabajador.

Si el suministro de agua potable para el personal no se toma de la red municipal de distribución sino de fuentes, pozos, etc. es necesario analizar su potabilidad e instalar aparatos para su adaptabilidad a

consumo humano si se requiere.

5.1.1.5. Medicina preventiva y primeros auxilios

Todo el personal que empiece en trabajos en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico, previo al trabajo y que será repetido en el período de un año. Se dispondrá de un botiquín para efectuar las curas de urgencia. La ubicación de dicho botiquín estará convenientemente señalizada, conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo: 1 frasco de agua oxigenada, 1 frasco de alcohol de 96º, 1 frasco de tintura de yodo, 1 frasco de mercurocromo, 1 frasco de amoníaco, 1 caja con gasa estéril, 1 caja de algodón hidrófilo estéril, 1 rollo de esparadrapo, 1 torniquete, 1 bolsa para agua o hielo, 1 bolsa con guantes esterilizados, 1 termómetro clínico, 1 caja de apósitos autoadhesivos y analgésicos. Además de disponerse un armario para el botiquín como instalación fija, se dispondrán con idéntico contenido, otros tres maletines, botiquín portátiles, distribuidos en los tajos de trabajo a lo largo de la obra. Se harán cargo de los botiquines las personas más capacitadas para tal fin, designadas por la empresa contratista.

Se informará y dispondrá en lugar visible los teléfonos y direcciones de interés (ambulancia, hospital, centro de salud) para accidentados con daños personales. El itinerario para acceder en el menor plazo posible al centro asistencial para accidentes graves será conocido por todo el personal presente en la obra y colocado en sitio visible (preferentemente al lado del teléfono, al igual que los números de teléfono y direcciones de urgencias).

5.1.1.6. Zonas de trabajo y circulación

- Circulación peatonal y de vehículos ajenos a la obra:

El recinto de la obra o de los tajos de trabajo correspondientes a la misma estará perfectamente delimitados en toda su área de influencia susceptible de ser franqueada por personal o vehículos ajenos a la obra.

En aquellos tajos que puedan generar caídas de objetos desde alturas superiores, se dispondrá de protección o, en su defecto, se acordonará la zona de riesgo y de posible interferencia entre los materiales desprendidos y la circulación ajena a la obra.

Los obstáculos situados en las inmediaciones de la obra deberán estar adecuadamente balizados y

señalizados. Se contratará un Seguro de Responsabilidad Civil de la obra.

• Circulación del personal de obra:

Las conducciones y otros elementos situados a una altura inferior a 1,80 m, sobre los lugares de trabajo, habrán de estar adecuadamente señalizados, para evitar choques contra ellos.

No se habilitarán como zonas de paso, zonas cuya anchura entre paramentos verticales sea inferior a 0,60 m.

Las zonas de paso que deban superar zanjas y desniveles deben disponer de pasarelas con barandillas sólidas y completas.

Los accesos fijos a distintos niveles de la obra deben disponer de escaleras con peldaños amplios, sólidos y estables, dotadas de barandillas o redes, cerrando los laterales. Las zonas de paso deben estar permanentemente libres de acopios y obstáculos. Los puntos de previsible caída de objetos desde tajos superiores, así como las zonas de peligro por evolución de máquinas en movimiento, deben permanecer perfectamente acotadas mediante balizas y señalización de riesgo.

Los huecos horizontales o verticales con riesgos de caídas de altura de personas u objetos, deben estar condenados, protegidos o, como mínimo y en momentos puntuales, señalizados. Todas las zonas de paso del personal estarán dotadas de iluminación suficiente.

• Circulación de vehículos de obra:

Previo al establecimiento definitivo de zonas de paso para vehículos de obra, se habrá comprobado previamente el buen estado del firme, especialmente en lo relativo a terraplenes, rellenos y terrenos afectados por la climatología. Los cables eléctricos y mangueras no deben verse afectados por el paso de vehículos, acudiendo si es preciso a la canalización enterrada o mediante una protección de tabloneros al mismo nivel o, en su defecto, procediendo a realizar una conducción elevada a más de 5 m. de altura.

Los circuitos de circulación del personal y de vehículos de obra deben estar definidos y separados. Las excavaciones al descubierto, próximas a zonas de circulación de vehículos de obra, estarán protegidas

y situados a 1 m. del perímetro del borde.

5.1.1.7. Instalación eléctrica provisional

Deben considerarse como riesgos más frecuentes los siguientes:

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación).
- Quemaduras.
- Incendios.

Se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

Para los cables:

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado para la maquinaria e iluminación prevista.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones y repelones).
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, aunque se dará preferencia a enterrar los cables eléctricos en los pasos de vehículos.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones estancas antihumedad.
- Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- Las mangueras de "alargadera" provisionales, se empalmarán mediante conexiones estancas antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.

Para los interruptores:

- Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal de advertencia de "riesgo eléctrico".

Para los cuadros eléctricos:

- Serán metálicos de tipo intemperie, con puerta y cerradura (con llave), según norma UNE-20324.
- Pese a ser para intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Poseerán adheridas sobre la puerta una señal de advertencia de "riesgo eléctrico".
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos en "pies derechos" firmes.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

Para las tomas de energía:

- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos). Esta norma es extensiva a las tomas del "cuadro general" y "cuadro de distribución".
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Para la protección de los circuitos:

- La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios; no obstante, se calcularán siempre aminorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad, es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.

- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas-herramientas de funcionamiento eléctrico.

- Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.

- La instalación de alumbrado general, para las "instalaciones provisionales de obra y de primeros auxilios" y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.

- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.

- Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.

- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA - (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria.

- 30 mA - (según R.E.B.T.). Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

- 30 mA - Alimentación a las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

Para las tomas de tierra:

- El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.

- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- La toma de tierra se efectuará a través de la red de picas o placa de cada cuadro general.

- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

- Se instalarán tomas de tierra independientes en los siguientes casos:

- Carriles para estancia o desplazamiento de máquinas.

- Carriles para desplazamiento de montacargas o de ascensores.

- La toma de tierra de las máquinas-herramienta que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

- Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

- La conductividad del terreno se aumentará vertiendo agua de forma periódica en el lugar del hincado de la pica (placa o conductor).
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.

Para el mantenimiento y reparación de la instalación eléctrica provisional de obra:

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables solo la efectuarán los instaladores autorizados.

5.1.1.8. Iluminación

La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad. La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentado a 24 voltios.

5.1.1.9. Medidas contra incendios

En los almacenamientos de obra:

Normalmente y por motivos de funcionalidad y organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que han de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y

todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas. Los combustibles líquidos y lubricantes precisan estar en un local aislado, vigilado y convenientemente ventilado, con todos los recipientes cerrados.

En la maquinaria:

Información a los vigilantes de obra. La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

En el trasvase de combustible:

Las operaciones de trasvase de combustible han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición. Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra o arena para empapar el suelo.

La prohibición de fumar o encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos. Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Protección de los trabajos de soldadura:

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojadas.

Periódicamente se deben comprobar si bajo las lonas ha podido introducirse alguna chispa o ha habido un recalentamiento excesivo. No podrán efectuarse trabajos de corte y soldadura en lugares donde haya explosivos, vapores inflamables, o donde pese a todas las medidas posibles de precaución no pueda garantizarse la seguridad ante un eventual incendio.

Medios de extinción para todos los casos:

En las situaciones descritas anteriormente (almacenes, maquinaria fija o móvil, trasvase de combustible, trabajos de soldadura) y en aquellas otras en que se manipule una fuente de ignición, han de colocarse extintores cuya carga y capacidad estén en consonancia con la naturaleza del material combustible y con el volumen de éste, así como de arena y tierra donde se manejen líquidos inflamables, con la herramienta propia para extenderla. Los vigilantes de obra serán informados de los puntos y zonas que pueden revestir peligro de incendio en la obra, y de las medidas de protección existentes en la misma, para que puedan eventualmente hacer uso de ellas, así como la posibilidad de dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

5.1.1.10. Servicios afectados

Líneas eléctricas aéreas:

Se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero o de la máquina, considerando siempre la situación más desfavorable.

Los criterios preventivos que pueden aplicarse y que están recogidos en muchas publicaciones especializadas, como las de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA, dan como "Distancias Mínimas" de seguridad las siguientes:

- 3 m. para $T < 57.000$ V.
- 5 m. para $T > 57.000$ V.

La distancia de seguridad mínima es función de la tensión de la línea y del alejamiento de los soportes de ésta. Cuando aumenta la temperatura, los conductores se alargan y, por este hecho, disminuye la

distancia con respecto al suelo, pudiendo reducirse en varios metros en caso de fuerte aumento de la temperatura. El viento provoca un balanceo de los conductores, cuya amplitud también puede alcanzar varios metros.

Como resumen decir que debe considerarse siempre la situación más desfavorable.

-Distancia de los conductores al terreno:

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de:

Siendo U la tensión nominal de la línea en kV. La altura mínima es de 6,00 metros.

-Puesta en obra de los aparatos de elevación:

Los aparatos de elevación y sus cargas, que en el curso de sus movimientos, permanecen fuera de la zona peligrosa, pueden ponerse en servicio sin tomar medidas especiales.

No obstante, hay que tener en cuenta:

- La desviación con relación a la vertical por el balanceo de las cargas.
- La dilatación de los conductores de la línea por la variación de la temperatura, y el consiguiente cambio de la longitud de la catenaria de los cables.
- Si los aparatos de elevación o cargas suspendidas pueden penetrar en la zona peligrosa, deben adoptarse algunas de las siguientes medidas de seguridad:
 - Desplazar la línea.
 - Aislar los conductores desnudos: la colocación y quitado del aislamiento deben hacerse por el propietario de la línea.
 - Limitar el movimiento de traslación, de rotación y de elevación con dispositivos de parada mecánicos.
 - Limitar la zona de trabajo con barreras de protección, que delimitan la distancia mínima a la línea.
 - Bloqueos y barreras de protección

Para las máquinas, como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalarán las zonas que no deben traspasar

y, para ello, se interpondrán barreras que impidan todo contacto con las partes en tensión. Estas barreras deben fijarse de forma segura y resistir los esfuerzos mecánicos usuales.

Las barreras de protección son construcciones formadas, generalmente, por soportes colocados verticalmente y cuyo pie está sólidamente afincado en el suelo, arriostrados por medio de cables y unidos por largueros o tablas.

Los largueros o las tablas deben de impedir el acceso a la zona peligrosa, y el espacio vertical máximo entre ellos no debe de sobrepasar 1,00m. En lugar de colocar los largueros o las tablas, se pueden utilizar cables de retención provistos de la adecuada señalización, que deben estar siempre bien tensos y con un espacio vertical entre cables no superior a 0,50 m. La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la zona. Se colocarán redes cuya abertura de las mallas no sobrepase los 6 cm. entre los largueros, las tablas o los cables de retención, para evitar que elementos metálicos de andamios, hierros de armadura, etc., puedan penetrar en la zona de riesgo.

-Paso bajo líneas aéreas en tensión:

La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas, debe estar delimitada por barreras de protección, indicadoras del gálibo máximo permisible de seguridad.

Las barreras de gálibo generalmente están compuestas por dos largueros colocados verticalmente, sólidamente anclados, unidos a la altura de paso máximo admisible por un larguero horizontal. En lugar de este larguero horizontal, se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalización. Deben colocarse barreras de protección en cada lado de la línea aérea. Su alejamiento de la zona peligrosa viene determinado por la configuración de lugares bajo la línea aérea (depresiones de terreno o terraplenes). La altura de paso máximo debe de ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección. Las entradas del paso deben de señalarse en los dos lados.

Recomendaciones a observar en caso de accidente:

-Caída de línea

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que

están sin tensión. No se debe tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

-Accidente con máquinas

En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., sobre cubiertas neumáticas deben observarse las siguientes normas a cumplir por el conductor o maquinista:

-Conserva la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.

-Permanecer en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre de riesgo de electrocución. Intentar retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.

-Advertir a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.

-No descender de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entra en el circuito línea aérea-máquina-suelo y está expuesto a electrocutarse.

Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, si no que saltará lo más lejos posible de la máquina, evitando tocar ésta.

Normas generales de actuación :

-No tocar la máquina o la línea caída a tierra.

-Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos, para evitar que los valores de la tensión de paso concéntricos al punto en que la máquina o línea hace tierra, pudieran dar lugar a gradientes de potencial muy peligrosos.

-Advertir a las otras personas que se encuentran fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.

-Hasta que no se realice la separación entre la línea eléctrica y la máquina y se abandone la zona peligrosa, no se efectuarán los primeros auxilios a la víctima.

Líneas Subterráneas:

Antes de comenzar los trabajos en obras con posibles interferencias de líneas eléctricas enterradas, es recomendable atender a las siguientes normas:

No tocar o intentar alterar la posición de ningún cable.

Se procurará no tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el peso de la maquinaria o vehículos, así como posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

Utilizar detectores de campo capaces de indicarnos trazado y profundidad del conductor.

Emplear señalización indicativa del riesgo, siempre que sea posible, indicando la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos siguen su curso se velará porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Informar a la compañía propietaria inmediatamente, si un cable sufre daño. Conservar la calma y alejar a todas las personas para evitar riesgos que puedan ocasionar accidentes.

Normas básicas de realización de los trabajos:

-No utilizar picos, barras, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde pueden estar situados cables subterráneos.

-En caso de conocer perfectamente su trazado y profundidad, y si la línea está recubierta con arena, protegida con fábrica de ladrillo y señalizada con cinta (generalmente indicativa de la tensión) se podrá excavar con máquinas hasta 0,50 m. de la conducción (salvo que previamente de conformidad con la compañía propietaria, se hubiera autorizado realizar trabajos a cotas inferiores a la señalada anteriormente) y a partir de aquí se utilizará la pala manual.

-Si no se conoce exactamente el trazado, la profundidad y la protección, se podrá excavar con máquina hasta 1,00m. de la conducción, a partir de esta cota y hasta 0,50 m. se podrán utilizar martillos neumáticos, picos, barras, etc., y, a partir de aquí, pala manual.

-Con carácter general, en todos los casos, en los que la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará, se evitará igualmente que pueda ser dañada accidentalmente por maquinaria, herramientas, etc., y si el caso lo requiere, se colocarán obstáculos que impidan el acercamiento. Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos en el interior de las zanjas, pozos, etc., se tendrá en cuenta, como principales medidas de seguridad, el cumplimiento de las cinco reglas siguientes:

Descargo de la línea.

-Bloqueo contra cualquier alimentación. Comprobación de la ausencia de tensión. Puesta a tierra y en cortocircuito.

-Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o relimitación. Estas medidas de seguridad se realizarán siguiendo el orden de arriba a abajo. Se deben utilizar "detectores de campo", ya que estos instrumentos permiten indicar el trazado y la profundidad de la línea, teniendo en cuenta que la precisión de la información suministrada está en función de la sensibilidad del aparato y de la tensión de los conductores.

Líneas eléctricas de baja tensión:

Las normas y medidas a adoptar son idénticas a las enunciadas anteriormente para líneas de alta tensión, debiendo tener en cuenta únicamente la mínima distancia de seguridad para baja tensión (diferencias de potencial inferiores a 1.000 v), que se establece en 1 m. Además y dado que en este tipo de líneas, normalmente se encuentran los conductores revestidos con una envolvente aislante con blindajes e incluso flejes que los hacen resistentes a esfuerzos mecánicos, se debe prestar especial cuidado en evitar que se produzcan repelones, erosiones o cortes en el aislante o blindaje pudiendo disminuir su función y provocando situaciones de riesgo.

Conducciones de agua:

Cuando haya que realizar trabajos sobre conducciones de agua, tanto de abastecimiento como de saneamiento, se tomarán medidas que eviten que, accidentalmente, se dañen éstas tuberías y, en

consecuencia, se suprima el servicio:

-Identificación: en caso de no ser facilitados por la Dirección Facultativa planos de los servicios afectados, se solicitarán a los Organismos encargados, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción (se dispondrá, en lugar visible, teléfono y dirección de estos Organismos).

-Señalización: una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

-Recomendaciones en ejecución: es aconsejable no realizar excavaciones con máquinas a distancias inferiores a 0,50 m. de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual. Una vez descubierta la tubería, caso en que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará, a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud, y se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc. instalando incluso sistemas de iluminación a base de balizas, hitos reflectantes, etc., cuando el caso lo requiera. Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la Compañía Instaladora, así como almacenar material sobre la conducción o utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas. Actuación en caso de rotura o fuga en la canalización: comunicarse inmediatamente con la Compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

5.1.2. Disposiciones mínimas relativas a los lugares de trabajo en obras

Estas disposiciones mínimas serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

Estabilidad y solidez:

Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

AARÓN RAMA MACEIRAS

22

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

Instalaciones de suministro y reparto de energía:

La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos:

- Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Vías y salidas de emergencia:

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas,

no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Ventilación:

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente. En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

Exposición a riesgos particulares:

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo). En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro. En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

Temperatura:

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

Iluminación:

Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Puertas:

Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse. Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

Vías de circulación y zonas peligrosas:

Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar

fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno. Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto.

Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras. Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

Muelles y rampas de carga:

Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.

Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

Espacio de trabajo:

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

Primeros auxilios:

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad lo requieran, deberá contarse con uno o varios locales para primeros auxilios. Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalado y de fácil acceso. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local

de urgencia.

Servicios higiénicos:

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales. Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave. Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios. Si

las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil. Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso. Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

Cuando no existan este tipo de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo. Cuando existan locales de alojamiento fijos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento. Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos. En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

Trabajadores minusválidos:

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Disposiciones varias:

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus

comidas en condiciones de seguridad y salud.

5.2. Protecciones individuales y colectivas

5.2.1. Protecciones individuales

Las protecciones individuales serán, como mínimo, las siguientes:

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislante para baja tensión: para todas las personas que trabajen o visiten la obra.
- Guantes de uso general, de cuero y anticorte para manejo de material y objetos.
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos, para su utilización en baja tensión.
- Botas de agua, en trabajos con suelos enfangados o mojados y hormigonado.
- Botas de seguridad, de lona.
- Botas de seguridad, de cuero con protecciones metálicas para todo el personal que maneje cargas pesadas.
- Monos y buzos de colores vivos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según convenio colectivo provincial.
- Trajes de agua, muy especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse con la meteorología adversa, en color amarillo vivo.
- Mascarillas antipolvo y filtro para mascarillas.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones que puedan producirse desprendimiento de partículas.
- Gafas para oxicorte.
- Protectores auditivos.
- Pantalla de soldador.
- Polainas de soldador.
- Mandil de soldador.

- Manguitos de soldador.
- Cinturones de seguridad de sujeción.
- Cinturones de seguridad anticaída, clase A, tipo 2, para trabajos en niveles superiores al suelo o con riesgo de caída al agua.
- Cinturón antivibratorio.
- Chalecos reflectantes.

5.2.2. Protecciones colectivas

a) Señalización general

- Señales de tráfico y de STOP en salida de vehículos.
- Señalización reglamentaria de advertencia al tráfico según la norma 8.3-I.C., en todos los cruces y desvíos.
- Carteles de obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
- Señales de entrada y salida de vehículos.
- Carteles de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido aparcar, etc.
- Señal informativa de localización de botiquín, extintores, etc.
- Balizas luminosas intermitentes.
- Cintas de balizamiento
- Jalones de señalización
- Vallas metálicas en delimitación y protección de pasos de personas.
- Vallas de desvío de tráfico, normalizados.

b) Instalación eléctrica

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Interruptores diferenciales de 30 mA de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA para fuerza.

- El centro de la estrella de los generadores de los grupos electrógenos se pondrán a tierra.
- Cada una de las máquinas eléctricas dispondrán de toma de tierra.

c) Explanaciones y demoliciones

- Avisador acústico en máquinas.
- Topes de retroceso de vehículos en terraplenes.
- Riegos para evitar el polvo.

d) Excavaciones

- El acceso del personal al trabajo se debe realizar por zonas independientes de las de accesos de los vehículos.
- Vallas de contención en borde de vaciados.
- Barandilla de protección.
- Señalización mediante cinta de balizamiento reflectante y señales indicativas de riesgo de caídas a distinto nivel.
- Topes de retroceso de vehículos

e) Estructuras

- Redes horizontales en vanos.
- Barandillas en bordes de tableros.
- Castilletes de hormigonado.
- Cables de anclaje de cinturones.
- Pasarelas de acceso con barandilla.

f) Protecciones contra incendios

- Se emplearán extintores portátiles del tipo y marca homologados según CPI/91.

g) Agresión de fauna

- El personal irá equipado con botas de seguridad y guantes resistentes para evitar daños producidos por ratas u otros animales.
- En el botiquín de obra se dispondrá de suero antidoto para picaduras de reptiles.

h) Atropellos por máquinas y vehículos

- Todas las máquinas y camiones dispondrán de claxon marcha atrás.
- Se señalizarán los tajos con carteles advirtiendo del peligro de atropello por maquinaria pesada.
- Las máquinas giratorias: retroexcavadoras, grúas, etc., llevarán carteles prohibiendo permanecer bajo el radio de acción de las máquinas.
- En los cruces con carreteras, las zonas de trabajo se señalizarán con balizas intermitentes. Así mismo, se señalizarán adecuadamente los desvíos y trabajos que se ejecuten en la calzada.
- El personal que trabaje en enlaces o cruces, y en general todo aquel que desarrolle sus actividades en las proximidades de una carretera con tráfico usará chaleco reflectante.

i) Colisiones y vuelcos de maquinaria y vehículos

- Las picas, cruces e incorporaciones a vías públicas, se señalizarán según la normativa vigente.
- Los bordes de pistas se balizarán adecuadamente.

j) Caídas a distinto nivel

- Se utilizarán escaleras de mano para el acceso a encofrados, muros, etc.
- Las excavaciones serán valladas y balizadas.
- Las piezas y castilletes dispondrán de plataformas de trabajo protegidas por barandillas.
- Para el cruce de zanjas se dispondrán pasarelas.

k) Caídas de objetos

- Todo el personal utilizará casco.
- Cuando trabaje en altura y pueda haber o pasar trabajadores por planos inferiores, se acotará una zona a nivel del suelo.
- Los acopios de tubos estarán perfectamente calzados para que no puedan rodar.
- En los trabajos con grúas, especialmente si son frecuentes, se colocarán carteles prohibiendo la permanencia bajo cargas suspendidas.
- Todas las plataformas de trabajo y bordes de estructuras llevarán barandilla y rodapié.

l) Golpes y atrapamientos

- Todas las instalaciones y máquinas fijas llevarán sus transmisiones protegidas.
- Los ganchos que se utilicen para la elevación de cargas, llevarán siempre pestillo de seguridad.
- Se utilizarán guantes apropiados para el manejo de materiales de pequeñas dimensiones y peso. Si los materiales a manejar son de mayores dimensiones, se utilizarán cuerdas auxiliares, y en cualquier caso botas de seguridad.

j) Medios auxiliares

- Se usarán escaleras de mano en las que los peldaños irán soldados (si son metálicas), o ensamblados (si son de madera).
- Irán provistas de zapatillas antideslizantes que se apoyarán sobre superficies planas y se anclarán en su extremo superior.
- Los ascensos y descensos se harán siempre de frente a las escaleras.

5.3. Medidas preventivas específicas

En todo momento se mantendrán las zonas limpias y ordenadas.

Los caminos de acceso de vehículos al área de trabajo serán independientes de los accesos del personal.

Cuando necesariamente los accesos hayan de ser comunes se delimitarán los de peatones por medio de vallas, aceras o medios equivalentes. Se señalarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos. Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvaredas. Los materiales extraídos de zanjas se acopiarán alejados de estos o se dispondrán barandillas que impidan su caída al interior.

5.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquín. Se dispondrá de un botiquín debidamente dotado para dar las prestaciones necesarias en caso de accidente.
- Asistencia a accidentados. Se deberá informar al personal de la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, etc.), donde deben ser trasladados los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

En lugares bien visibles de la obra, tales como la oficina de obra y en el vestuario se dispondrá de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia. Se indicará, que cuando se decida la evacuación o traslado del accidentado a un centro hospitalario, deberá advertirse telefónicamente al centro de la inminente llegada de éste.

- Reconocimiento médico. Todo el personal que se incorpore a la obra pasará un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido transcurrido un año.

5.5. Formación e información al personal de obra

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que tiene por objetivo global la protección de la salud de los trabajadores, en su Art. 2, referente al objeto y carácter de la norma, enuncia que: "Esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y la salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva [...]" .

En el Art. 14 de la citada Ley se establece que los trabajadores tienen : "derechos de información , consulta participación y formación en materia preventiva [...]" y del mismo modo el Art. 19 insta al empresario a "garantizar que cada trabajador recibe una formación teórica y práctica suficiente y adecuada en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación [...] como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo".

La importancia del cumplimiento de los derechos y obligaciones expuestas se refleja en el Art. 47, donde se define como infracción grave "el incumplimiento de las obligaciones en materia de formación e información suficiente y adecuado a los trabajadores [...]".

5.5.1. Derecho a la información

De conformidad con el artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra. La información deberá ser comprensible para los trabajadores afectados.

5.5.2. Derecho de consulta y participación de los trabajadores

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes se realizarán, de conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, sobre las cuestiones a las que se refiere el Real Decreto 1627/97. Cuando sea necesario, teniendo en cuenta el nivel de riesgo y la importancia de la obra, la consulta y participación de los trabajadores o sus representantes en las empresas que ejerzan sus actividades en el lugar de trabajo deberá desarrollarse con la adecuada coordinación de conformidad con el apartado 3 del artículo 39 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, en los términos previstos en el apartado 4 del artículo 7 del RD 1627/97, a efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

5.5.3. Derecho a formación en seguridad y salud

El RD 1627/97 en materia de Formación en Seguridad y Salud se limita a constatar como una de las obligaciones del contratista y el subcontratista la de informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

De todas maneras es de aplicación la normativa de carácter general así como los principios informadores de la Formación preventiva en la empresa. Sobre este particular, una correcta gestión de la formación en prevención requiere:

- Un análisis de las necesidades que tenga en cuenta: los requisitos normativos a cumplir, los conocimientos reales de los trabajadores afectados y la correcta valoración de actitudes y aptitudes preventivas de los referidos trabajadores.
- Los objetivos a conseguir deben responder no sólo al cumplimiento íntegro de los requisitos reglamentarios, sino también a que las acciones formativas aseguren una real mejora continua preventiva de la organización para la preservación de la seguridad y salud de todos sus trabajadores. Para ello, aparte de los objetivos cognoscitivos, se plantearán fundamentalmente objetivos actitudinales referentes a la creación de actitud positiva frente a la prevención, el estímulo del sincero interés por el tema y el hacer de la prevención un auténtico valor cultural organizativo para el trabajador. En los puestos de trabajo de actividad manual, se plantearán objetivos psicomotores que aseguren un correcto desempeño práctico de las tareas. Estos objetivos se alcanzarán con métodos demostrativos.
- La acción formativa se diseñará a la medida de los asistentes, analizando muy especialmente la constitución de los grupos. Se tendrá presente la diferente cultura preventiva existente en función de edad, sexo, sector productivo, formación básica y complementaria, etc.
- Respecto a los métodos a usar, se recomienda el método "por descubrimiento" para que sea el trabajador- alumno por sí mismo quien encuentre la respuesta más adecuada a su problema o situación. El efecto de la formación será así mucho más duradero por conseguir una muy superior implicación del interesado.

En las metodologías presenciales se emplearán siempre que sea posible los diálogos simultáneos y la reunión-discusión "cooperativa", por su eficacia demostrada en cuanto a conseguir que el trabajador-alumno haga propios los conocimientos adquiridos, cuestión realmente importante en formación para la prevención. Se fomentará también la formación en el puesto de trabajo.

Finalmente, se recomienda que en la fase de evaluación se analice el grado en que lo aprendido se aplica en el puesto de trabajo, haciendo un seguimiento de los índices estadísticos de siniestralidad como indicadores inequívocos de eficacia de la acción formativa en prevención realizada.

5.5.4 Prevención de daños a terceros

En evitación de posibles accidentes a terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad, a las distancias reglamentarias y en cuantos lugares sean necesarios. Se señalarán de acuerdo con la normativa vigente el cruce de las pistas de obra con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad. Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

6. Prevención de daños a terceros

Para evitar posibles accidentes de terceros, se colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad, a las distancias reglamentarias y en cuantos lugares sea necesario.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

7. Aplicación de la seguridad durante el proceso constructivo

- a) En movimiento de tierras

Riesgos:

- Atropellos por máquinas y vehículos.

- Deslizamientos de tierras y rocas.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas de personal al mismo o a distinto nivel.
- Caídas de personal o maquinaria al agua.
- Interferencias con líneas eléctricas aéreas o subterráneas.
- Polvo.
- Ruido.
- Riesgos a terceros.

Medidas preventivas:

- Se informará al personal de los riesgos a los que puede estar sometido.
- El acceso o salida de una zanja se efectuará mediante escalera sólida anclada en el borde superior y apoyada sobre durmiente de reparto de cargas. Sobrepasando ésta 1 metro el borde de la zanja.
- Se han de utilizar testigos que indiquen cualquier movimiento del terreno que suponga la existencia de un peligro.
- Quedan prohibidos los acopios a una distancia inferior a 2 metros del borde de la zanja.
- Durante la carga de los camiones los conductores permanecerán dentro de la cabina.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 1.5 metros, se entibará o excavará a talud natural.
- Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a 2 metros se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Si la profundidad es inferior a 2 metros puede sustituirse por una señalización de peligro del tipo, balizamiento con cordón de banderolas o cinta con franjas rojas y blancas.
- Si los trabajos requieren iluminación se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra.
- Si se requiere iluminación portátil, la alimentación de las lámparas se efectuará a 24 V. (mediante transformador de seguridad). Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasmango aislada eléctricamente.
- En régimen de lluvias y encharcamientos de las zanjas es imprescindible la revisión minuciosa y detallada de taludes y entibado, antes de reanudar los trabajos.

- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas con taludes no estables, se ejecutarán sujetos con cinturón de seguridad amarrado a puntos fuertes ubicados en el exterior de las zanjas.
- Se achicarán inmediatamente las aguas que afloran o caen en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- La altura máxima sin entibar en fondo de zanjas, a partir de 1.4 metros, no superará los 0.7 metros si el terreno es bueno. En caso contrario se debe entibar hasta el fondo de la zanja.
- Se empezará a entibar una vez que haya abierta una longitud de zanja suficiente para no entorpecerse entre operarios y las excavadoras.
- Las anchuras mínimas de las zanjas serán:
 - 0.65 m. hasta 1.5 m. de profundidad
 - 0.75 m. hasta 2 m. de profundidad
 - 0.8 m. hasta 3 m de profundidad
 - 1 m. para más de 4 m. de profundidad
- En entibado de zanjas de cierta profundidad, el forrado se hará en sentido vertical y en pases de tabla nunca superior a 1 metro.
- La tablazón del revestimiento de la zanja debe sobresalir un rodapié de 15 cm, (mínimo), con el fin de evitar la caída de materiales.
- La circulación de vehículos se realizará a una distancia mínima del borde de la excavación de 2 metros si el corte es taluzado, y 3 metros si es vertical.
- Se regarán periódicamente los caminos usados por la maquinaria para evitar la polvareda.
- En los casos que haya que trabajar con maquinaria a pasar por debajo de líneas eléctricas aéreas, se instalarán pórticos de gálibo. La altura libre que ha de quedar entre el conductor más próximo, y la parte más elevada de la máquina será de 3 metros para líneas de hasta 50 Kv y de 5 metros para más de 50 Kv.
- Toda la maquinaria llevará bocina de marcha atrás.
- No se permitirá el acceso del personal a la zona de influencia de la maquinaria móvil.
- No apilar materiales en zona de tránsito de vehículos, manteniendo la vía libre.
- La zona de tránsito de camiones y maquinaria estará perfectamente señalizada, de forma que toda persona tenga idea del movimiento de los mismos.

b) En red de alumbrado

Riesgos:

- Desprendimientos.
- Caídas al mismo o a distinto nivel.
- Caída de objetos desde altura.
- Golpes
- Atropellos por maquinaria o vehículos.
- Atrapamiento por maquinaria.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas.
- Polvo
- Ruido
- Proyección de partículas.
- Incendio.
- Electrocuci3n.

Medidas preventivas

- Los tubos se apilarán sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por pies derechos que impidan deslizamientos o rodamientos.
- Se prohíbe el acceso a las arquetas a toda persona ajena a la obra.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores estarán protegidas con material aislante.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica se guardarán los mecanismos de conexión con la acometida.
- Las pruebas de funcionamiento serán anunciadas al personal de la obra.

c) En estructura metálica

Andamios metálicos tubulares:

- Los andamios metálicos tubulares se montarán por niveles, no se montará un nivel sin haber concluido el anterior con sus correspondientes arriostramientos.

- La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal, que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el cintur3n de seguridad.
- Las plataformas de trabajo se fijarán inmediatamente tras su formaci3n, mediante las abrazaderas de sujeci3n contra basculamientos.
- Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, seg3n los modelos comercializados.
- Las plataformas de trabajo tendrán un m3nimo de 60 cm de anchura.
- Las plataformas de trabajo cuando superen los 2 metros de altura, estarán rodeadas por una barandilla de 90 cm de altura.
- Los m3dulos de base de los andamios tubulares, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.
- Los m3dulos de base de diseño especial para el paso de peatones, se complementarán con entablados y viseras seguras, en prevenci3n de ca3da de objetos a terceros.
- La comunicaci3n vertical del andamio tubular quedar3 resuelta mediante la utilizaci3n de escaleras prefabricadas.
- Se prohibirá expresamente el apoyo de los andamios sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales, etc.
- Los andamios tubulares sobre m3dulos con escalerilla lateral, se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.
- Se prohibirá expresamente el montaje de andamios sobre borriquetas, sobre la plataforma de trabajo de los andamios tubulares.

Castilletes:

- El conjunto se rigidizará mediante cruces de San Andr3s.
- Las dimensiones m3nimas de la plataforma serán de 1.1 x 1.1 metros.
- Su construcci3n se realizar3 a base de perfiles tubulares o angulares metálicos.
- La plataforma de trabajo estar3 rodeada por una barandilla de 90 cm de altura.
- El ascenso y descenso se realizar3 a trav3s de escalera de mano metálica.
- Se prohibirá el transporte de personas u objetos sobre las plataformas de los castilletes durante sus cambios de posici3n.

d) En instalaciones eléctricas de obra Riesgos

- Electrocuación o quemaduras.
- Caídas al mismo o a distinto nivel.

Medidas preventivas:

- Durante el montaje de la instalación se tomarán las medidas necesarias para impedir que nadie pueda conectar la instalación a la red.
- Se tendrán en perfectas condiciones los fusibles, terminales, diferenciales, puesta a tierra, mangueras, cuadros y grupos electrógenos.
- Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con materiales dieléctricos.
- Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes aislantes y calzado de goma.
- Las secciones de mangueras y empalmes serán las adecuadas para la carga que han de soportar.
- Las mangueras irán enterradas bajo tubo o aéreas, nunca podrán quedar tiradas por el suelo.
- Cuando haya que hacer un empalme de manguera, éste se realizará en cajas estancas o con empalmes antihumedad.
- Los cuadros eléctricos irán provistos de toma de tierra, y en ellos se alojarán todos los interruptores y protecciones de la instalación.
- Se montarán colgados en los paramentos verticales o sobre pies derechos aislantes.
- Se instalarán interruptores automáticos en todas las líneas y de forma que salten antes de alcanzar la carga máxima que soporta la manguera.
- Las grúas torre, plantas, etc., llevarán toma de tierra independientes cada una.
- El alumbrado estará protegido por disyuntor diferencial de alta sensibilidad.
- Todas las máquinas, así como la instalación de alumbrado irán protegidas con un interruptor diferencial. En el caso del alumbrado, el disyuntor será de alta sensibilidad.
- Cuando se utilicen portátiles en tajos en que las condiciones de humedad sean elevadas, la toma de corriente se hará de un transformador de seguridad de 24 V.

8. Normas básicas de comportamiento

a) Electricidad.

- Hacer siempre la desconexión de máquinas eléctricas por medio de interruptor correspondiente, nunca en el enchufe.
- No conectar ningún aparato introduciendo los cables pelados en el enchufe.
- No desenchufar nunca tirando del cable.
- Antes de accionar un interruptor, estar seguro de que corresponde a la máquina que interesa y que junto a ella no hay nadie.
- Cuidar de que los cables no se deterioren al estar sobre aristas o ser pisados o sufrir impactos de objetos.

b) Encofradores

- Revisar el estado de las herramientas y medios auxiliares que utilice, separando o desechando los que no reúnan las condiciones adecuadas.
- Desechar los materiales en mal estado.
- Sujetar el cinturón de seguridad a algún punto adecuado cuando trabaje en altura o en la orilla del agua.
- Desencofrar los elementos verticales desde arriba hacia abajo.
- No dejar nunca clavos en la madera, salvo que no haya riesgo de daño al personal.
- Asegurarse de que todos los elementos de encofrado están firmemente sujetos antes de abandonar el trabajo.

c) Soldadores

- En caso de trabajos en recintos confinados, tomar las medidas necesarias para que los humos desprendidos no le afecten.
- No realizar soldaduras en las proximidades de materiales inflamables o combustibles o protegerlos de forma adecuada.

- Conectar la masa lo más cerca posible del punto de soldadura.
- Extremar las precauciones, en cuanto a los humos desprendidos, al soldar materiales pintados, cadmiados, etc.
- No efectuar soldaduras sobre recipientes que hayan contenido productos combustibles.
- Evitar contactos con elementos conductores que puedan estar bajo tensión aunque se trate de la pinza, puede causar electrocución.
- No se usarán lentes de contacto para la realización de soldaduras pues el arco eléctrico la dañaría y podría dañarse la vista del soldador.

d) Trabajos en altura

- Poner en conocimiento del superior cualquier antecedente de vértigo o miedo a las alturas.
- Es obligatorio el uso de cinturón de seguridad.
- El acceso a los puestos de trabajo, debe hacerse por los lugares previstos. Prohibido trepar por tubos, tablonos, etc.
- Antes de iniciar el trabajo en altura comprobar que no hay nadie trabajando ni por encima ni por debajo en la misma vertical.
- Si por necesidades del trabajo, hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse del trabajo.
- Está prohibido arrojar materiales o herramientas desde altura.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída y permitan usar las dos manos en los desplazamientos.

e) Soldadura eléctrica

- Se separarán las zonas de trabajo.
- En caso de incendio, no se usará agua para extinguirlo.
- Los cuadros eléctricos estarán cerrados y con sus protecciones puestas.
- Nunca se soldará en exteriores con lluvia o nieve.
- Se inspeccionará el equipo periódicamente.
- Se evitará el contacto de los cables con las chispas producidas.

- Los soldadores irán equipados con guantes, manguitos, mandiles, polainas, botas, caretas, etc.
- En puestos de trabajo fijos se colocarán pantallas para proteger a los demás trabajadores.
- La pinza porta-electrodos debe ser de un modelo completamente protegido.
- En locales cerrados debe disponerse una ventilación adecuada.
- El cable de masa deberá ser de longitud suficiente para poder realizar la soldadura sin conexiones a base de redondos, chapas, etc.
- En los casos de soldadura de materiales pintados, cadmiados, recubiertos de antioxidante, etc., es necesario extremar las precauciones respecto a los gases desprendidos, que pueden ser tóxicos.

f) Maquinaria de obra

-f.1. Maquinaria en general:

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos.
- Los ganchos de las grúas llevarán pestillos de seguridad.
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con importantes deterioros en ella.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectado a la red de suministro.
- Como precaución para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas, o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- Los motores eléctricos de grúas estarán provistos de limitadores de altura y de carga.
- Se prohibirá la utilización de ganchos artesanales, formados a base de redondos doblados.
- Los carriles para desplazamiento de grúas torre, estarán limitados a una distancia de 1 metro de su término mediante topes de seguridad.

-f.2. Maquinaria para movimiento de tierras:

- Se controlará su estado periódicamente.

- La maquinaria tendrá faros de marcha hacia delante y hacia atrás, retrovisores en ambos lados y claxon de marcha atrás.
- Se prohibirán las reparaciones y labores de mantenimiento con el motor en marcha.

-f.3. Martillo neumático:

- Se utilizará el equipo de protección personal adecuado.
- No debe apoyarse el cuerpo sobre la máquina en funcionamiento.
- Comprobar el buen estado del equipo.
- Cuando trabaje con riesgo de caída desde altura o al agua el operario irá equipado con cinto de seguridad.

g) Camión basculante

- Hacer sonar el claxon inmediatamente antes de iniciar la marcha.
- Comprobar los frenos tras un lavado o de haber atravesado zonas de agua.
- No circular por el borde de taludes.
- No circular nunca en punto muerto.
- No circular con la caja levantada.
- No revisar la máquina con la caja levantada sin haberla fijada previamente.

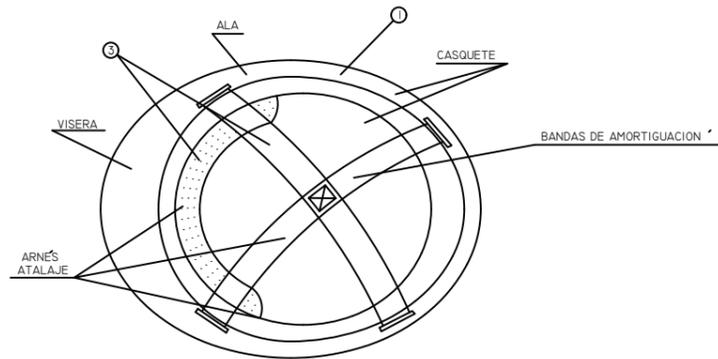
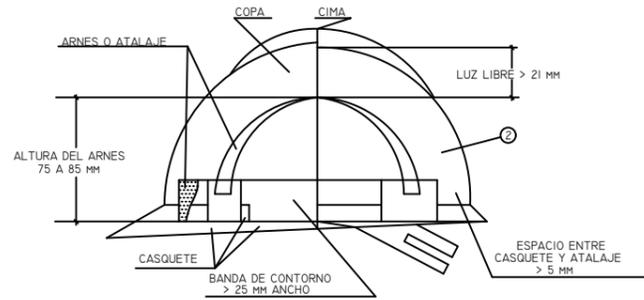
h) Retroexcavadora

- Antes de iniciar el trabajo inspeccionar la máquina.
- Tomar precauciones cuando se trabaje en proximidad de líneas eléctricas.
- En caso de contacto accidental con línea eléctrica, permanecer en la cabina hasta que la red sea desconectada o se elimine el contacto. Si fuera imprescindible bajar de la máquina de un salto.
- Circular con el cazo en posición de traslado y con los puntales colocados si éste el trayecto es largo.
- Antes de abandonar la cabina debe bajarse el cazo hasta el suelo y frenar la máquina.
- Jamás usar la máquina para transporte de operarios o como ascensor.

i) Grúa móvil

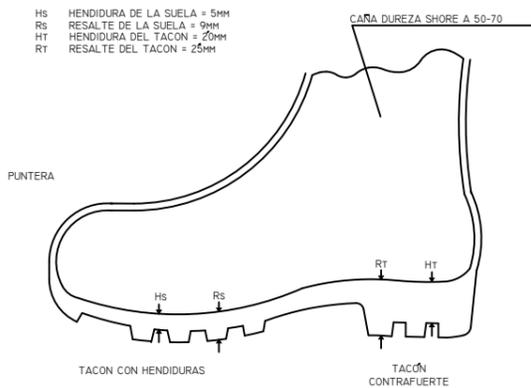
- Vigilar atentamente la posible existencia de líneas eléctricas con las que la grúa pudiera entrar en contacto.
- Antes de comenzar los trabajos revisar la máquina por si presenta alguna anomalía.
- En caso de contacto con línea eléctrica, permanecer en la cabina hasta que corten la tensión. Si fuera necesario, abandonar la máquina de un salto.
- Para la elevación, asentar bien la grúa sobre el terreno. Si existen desniveles o terreno poco firme, calzar los gatos con tablonos.
- Usar la grúa dentro de sus posibilidades claramente expuestas en la tabla de cargas.
- No debe haber personal bajo la pluma durante el montaje y el desmontaje.
- No realizar tiros sesgados.
- No intentar levantar cargas no libres.
- No abandonar la cabina con cargas suspendidas.

DOC Nº2. PLANOS SEGURIDAD Y SALUD

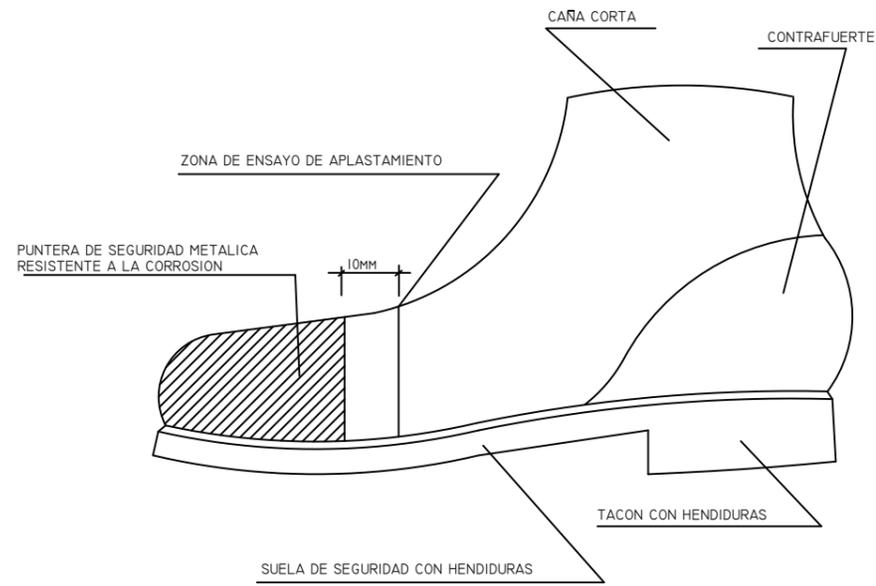


1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RIGIDO HIDROFUGO, FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION

CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO

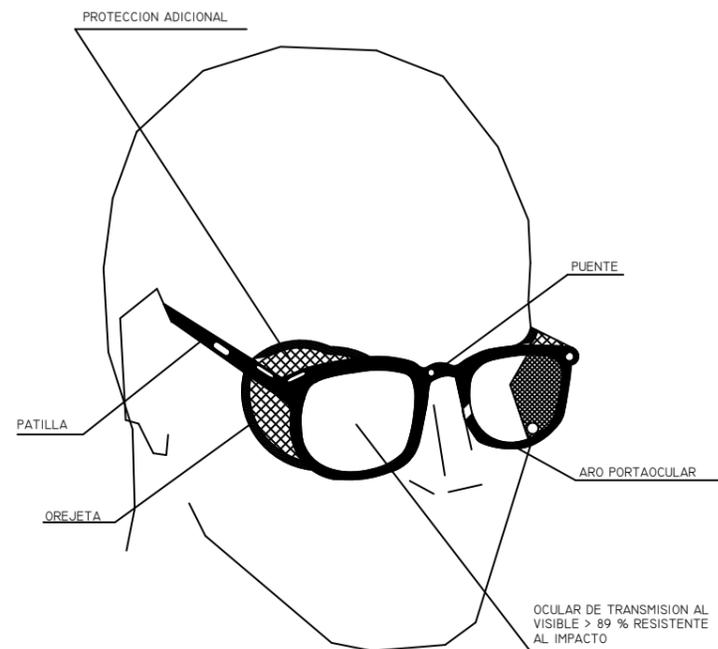


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD



BOTA DE SEGURIDAD DE CLASE III

GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR:
AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:
[Signature]

ESCALA

E: S/E

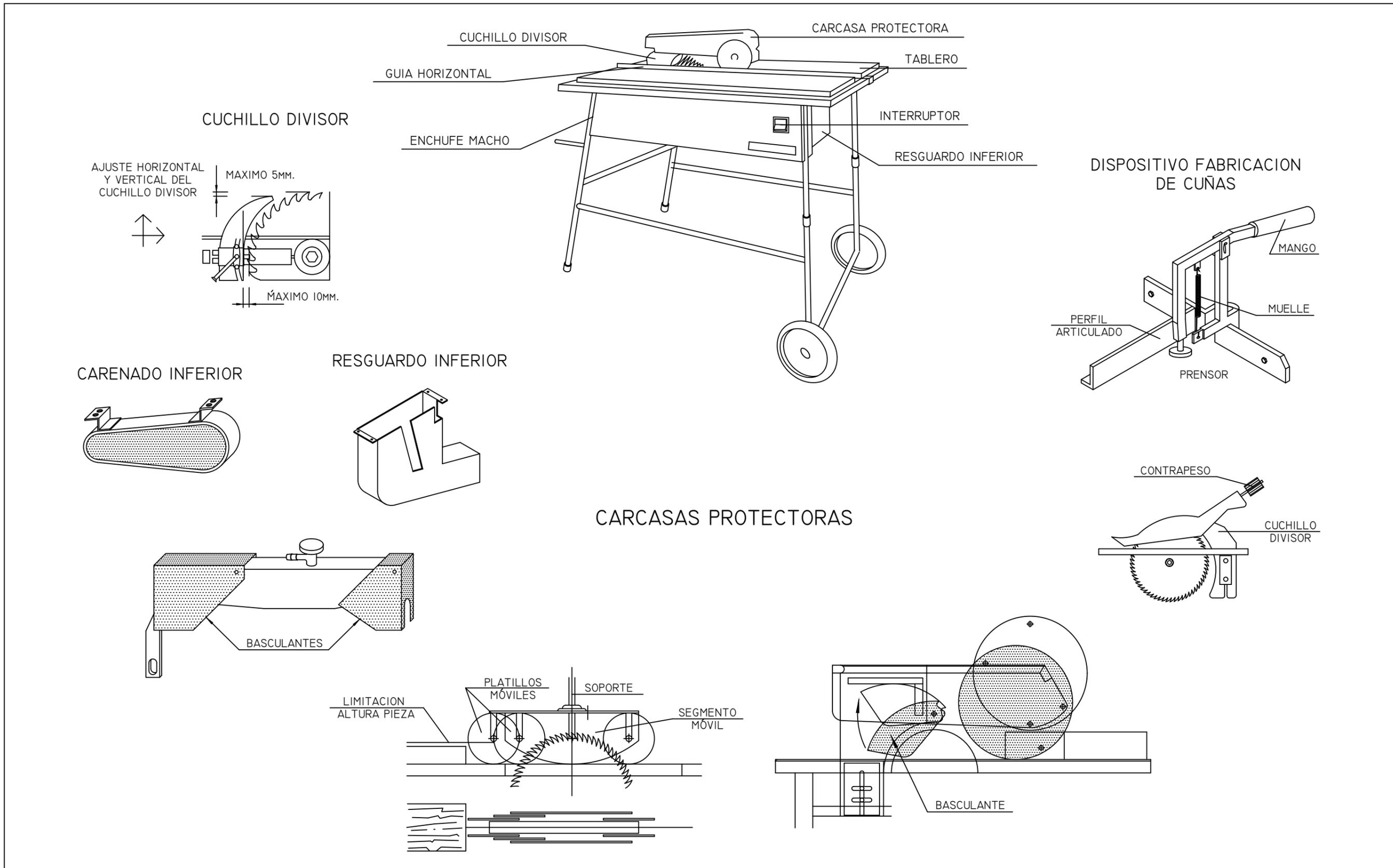
APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

HOJA: 1

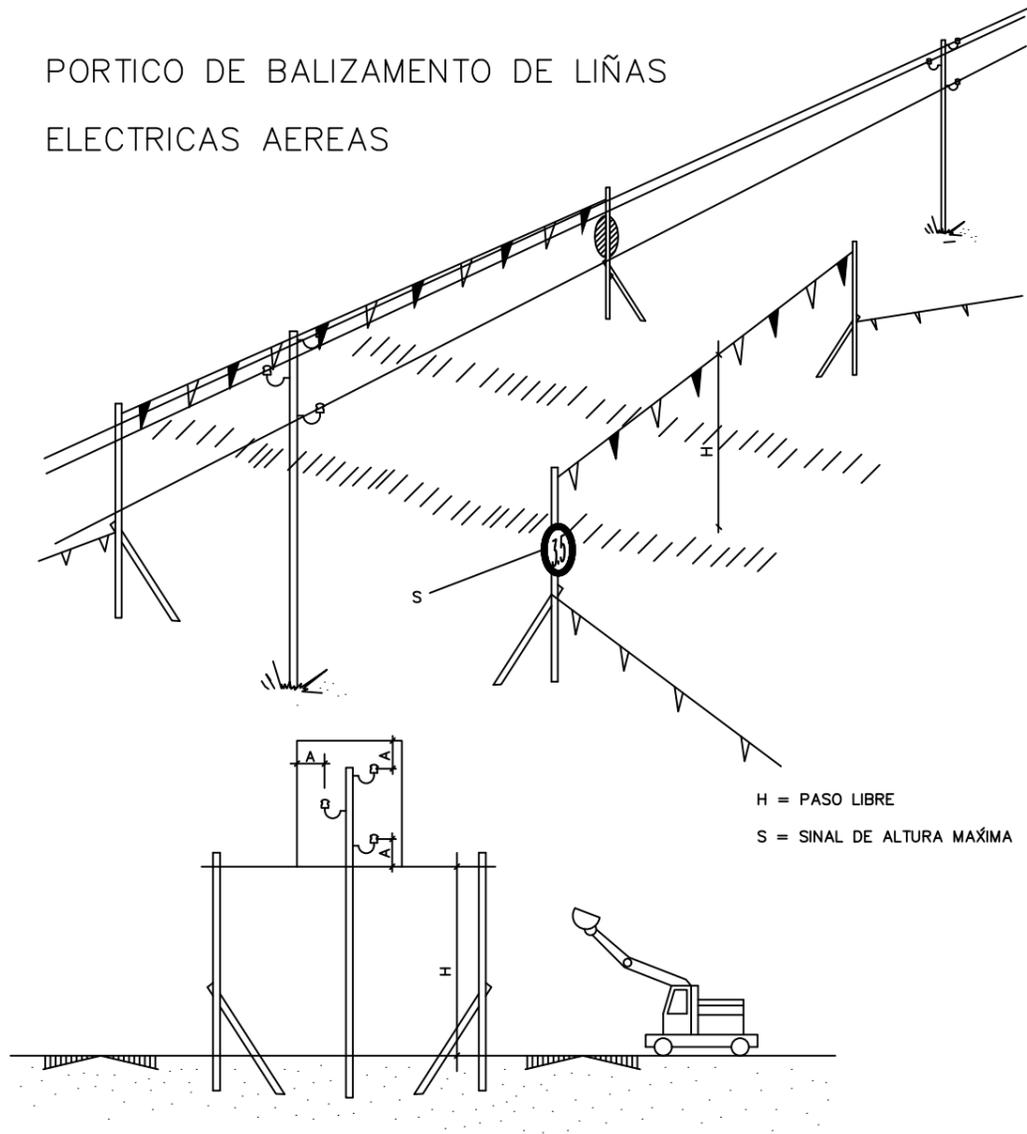
PLANO: 13

OCTUBRE 2020

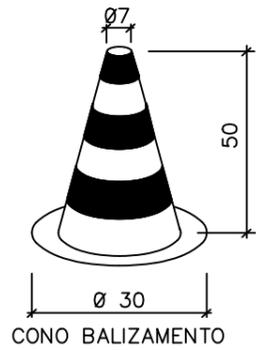


| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--------------------|--|----------------|--------------------------------------|
| | | | | <p>PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)</p> <p>AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS FIRMA: </p> | <p>ESCALA: S/E</p> | <p>APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD</p> <p>PLANOS</p> | <p>HOJA: 9</p> | <p>PLANO: 13</p> <p>OCTUBRE 2020</p> |
|--|--|--|--|--|--------------------|--|----------------|--------------------------------------|

PORTICO DE BALIZAMENTO DE LIÑAS ELECTRICAS AEREAS

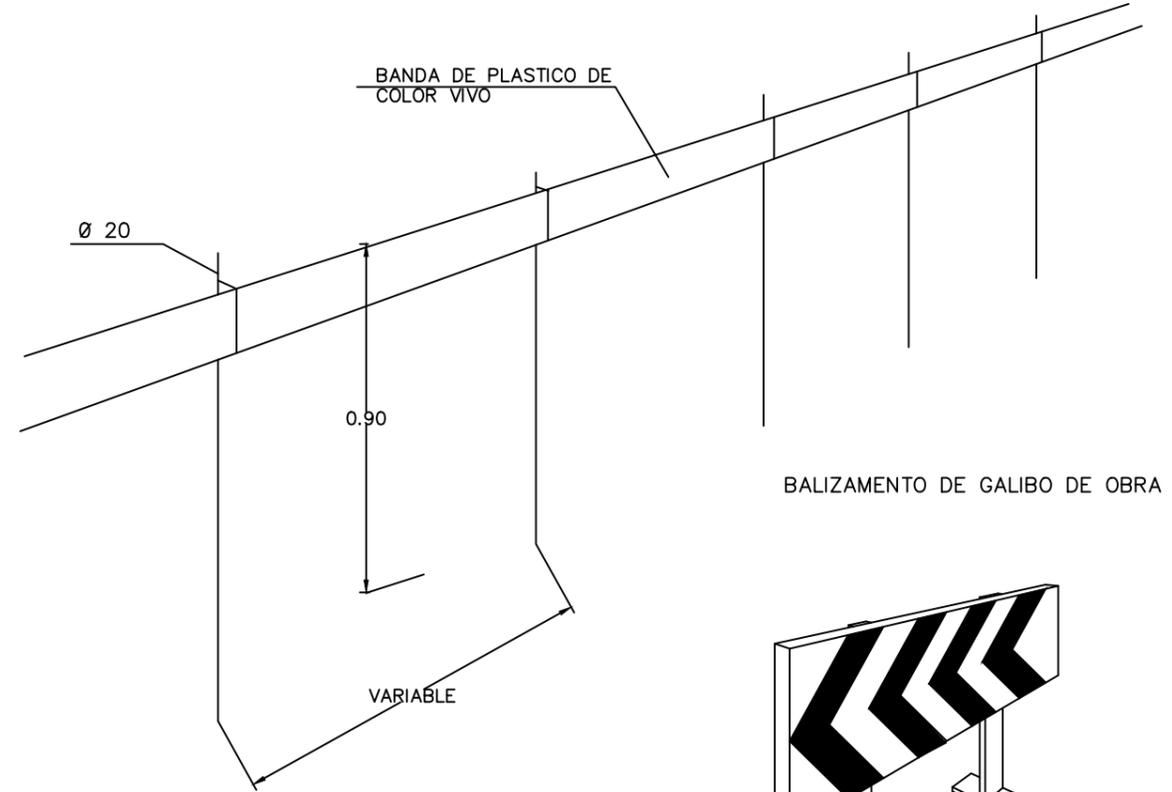


H = PASO LIBRE
S = SINALE DE ALTURA MAXIMA

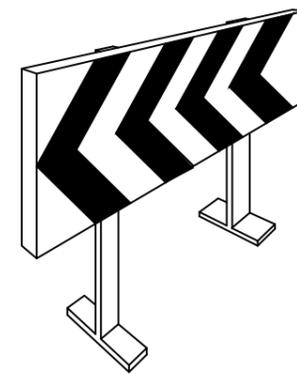


CONO BALIZAMENTO

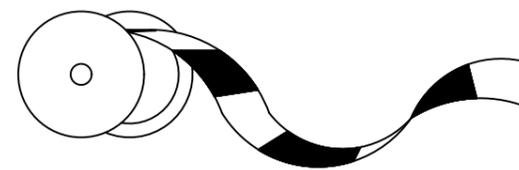
BANDAS DE BALIZAMENTO DE GALIBO DE OBRA



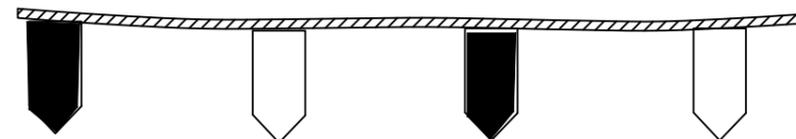
BALIZAMENTO DE GALIBO DE OBRA



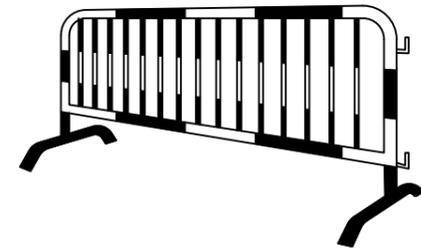
VALLAS DESVIO TRAFICO



CINTA BALIZAMENTO

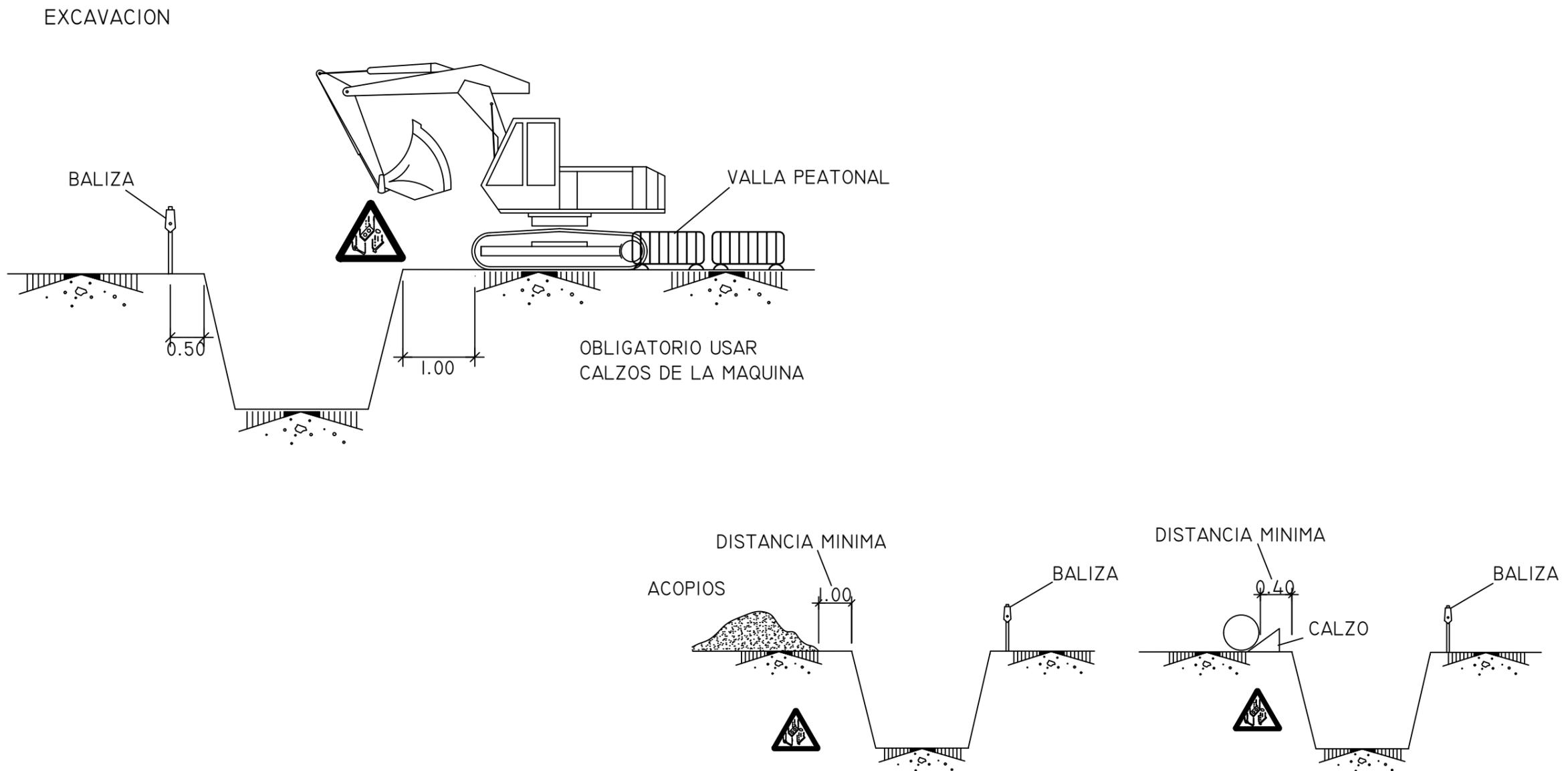


CORDON BALIZAMENTO



| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 10 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |

EXCAVACIÓN DE ZANJAS. ACOPIOS.

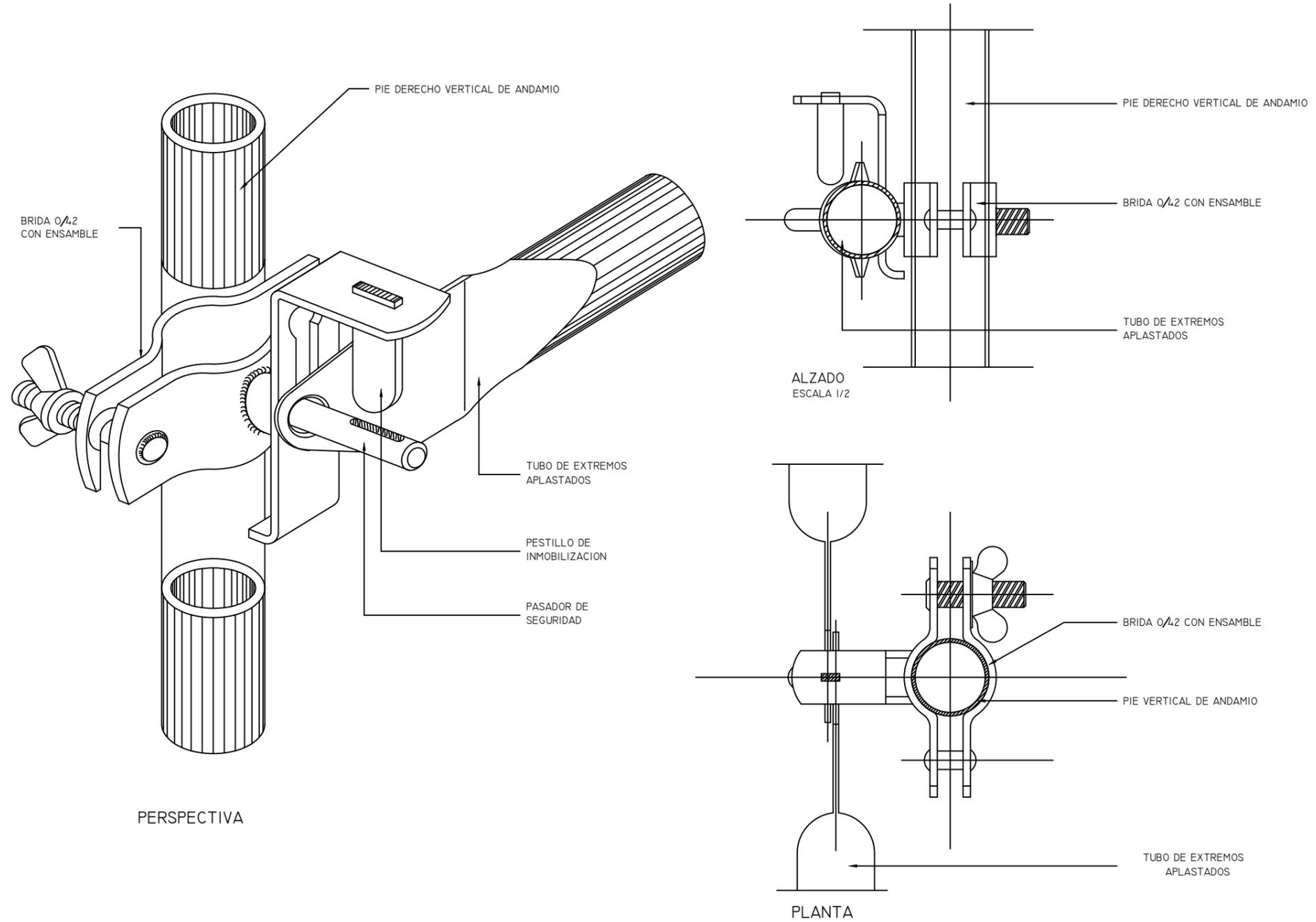


CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

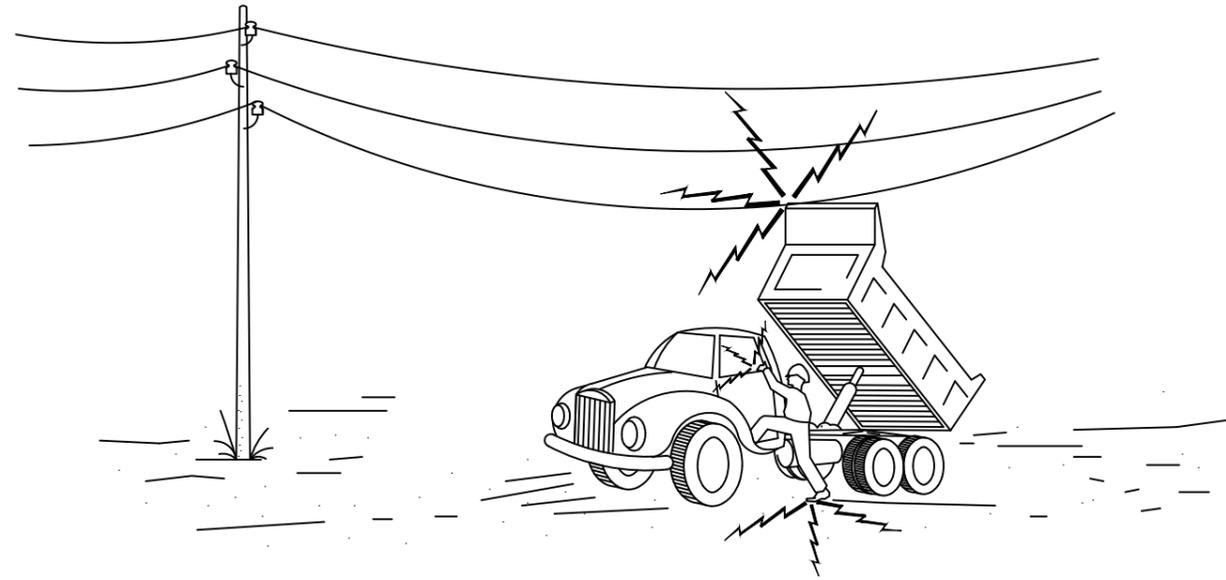
| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 11 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

DETALLE DE BARANDILLA DE SEGURIDAD

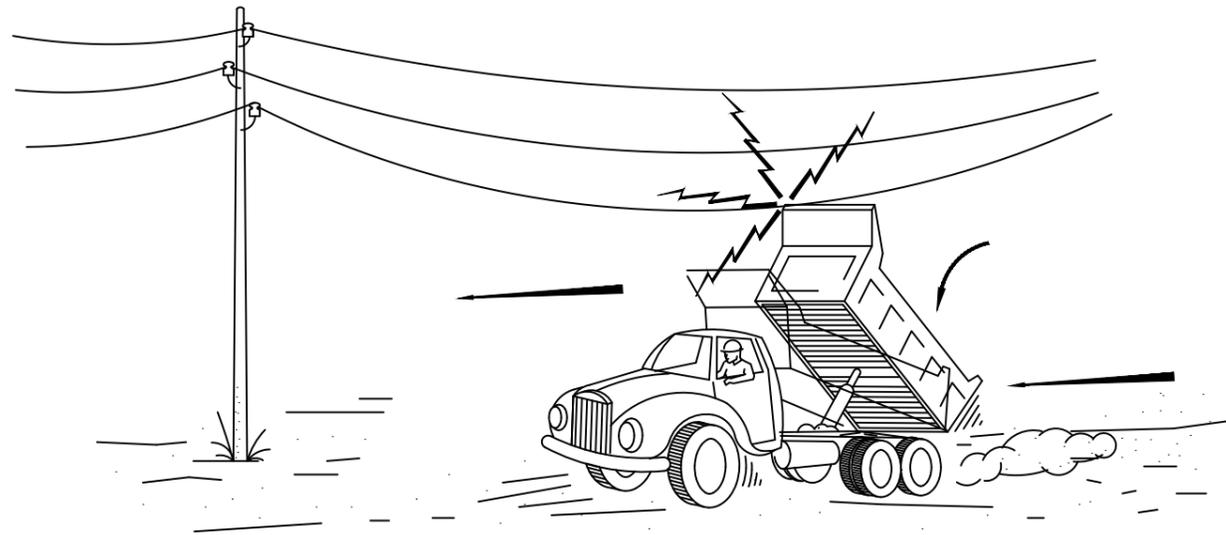


| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 12 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

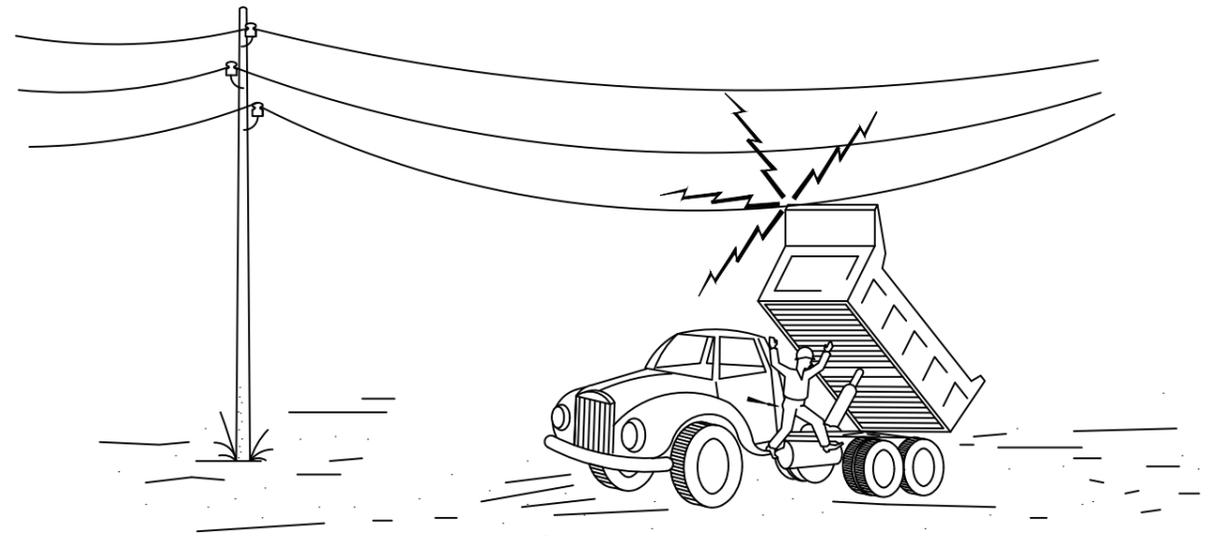
ATENCION AL BASCULANTE



1- EN NINGUN CASO DESCIENDA LENTAMENTE.

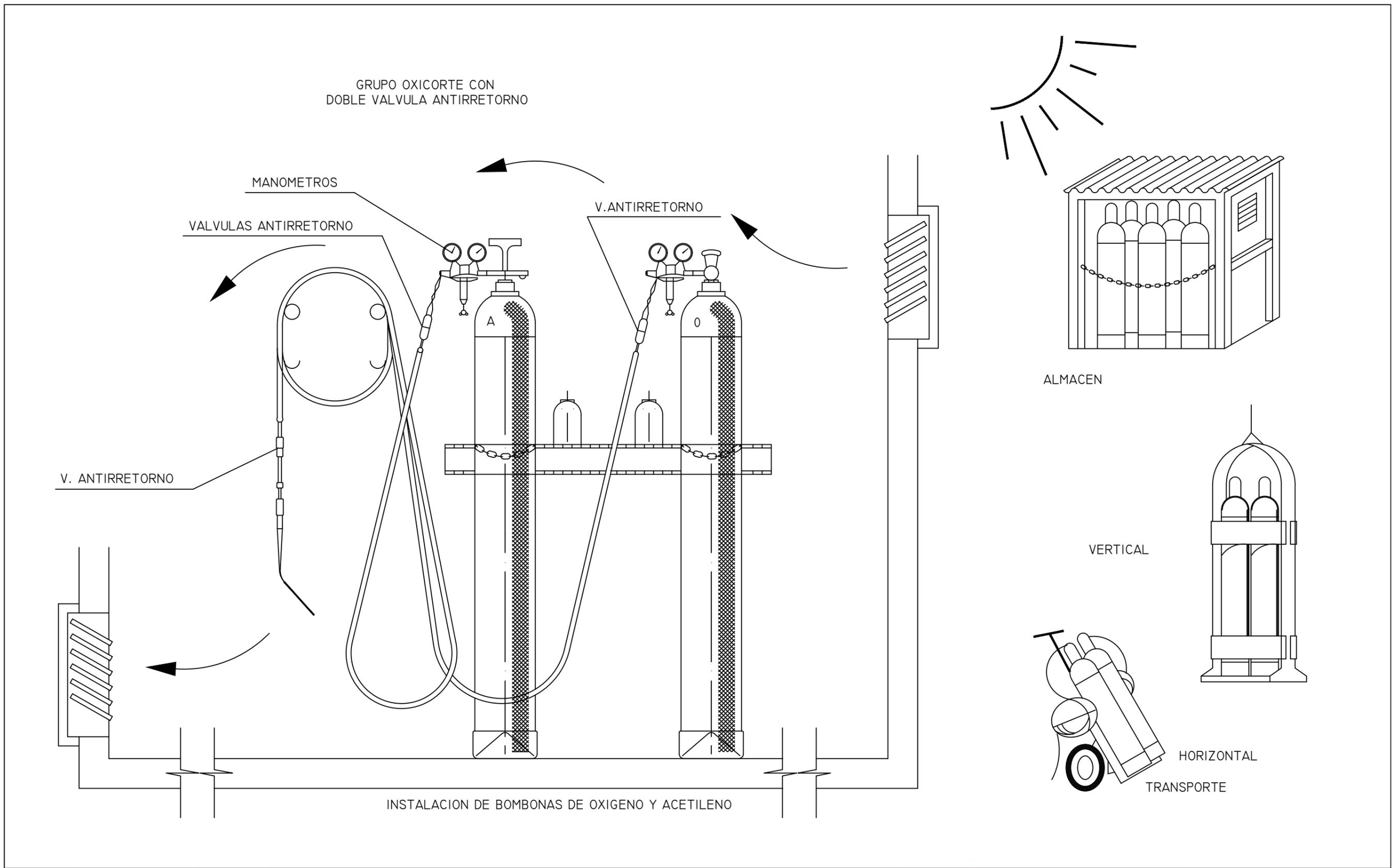


2- SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE.



3- SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CAMION LO MAS LEJOS POSIBLE.

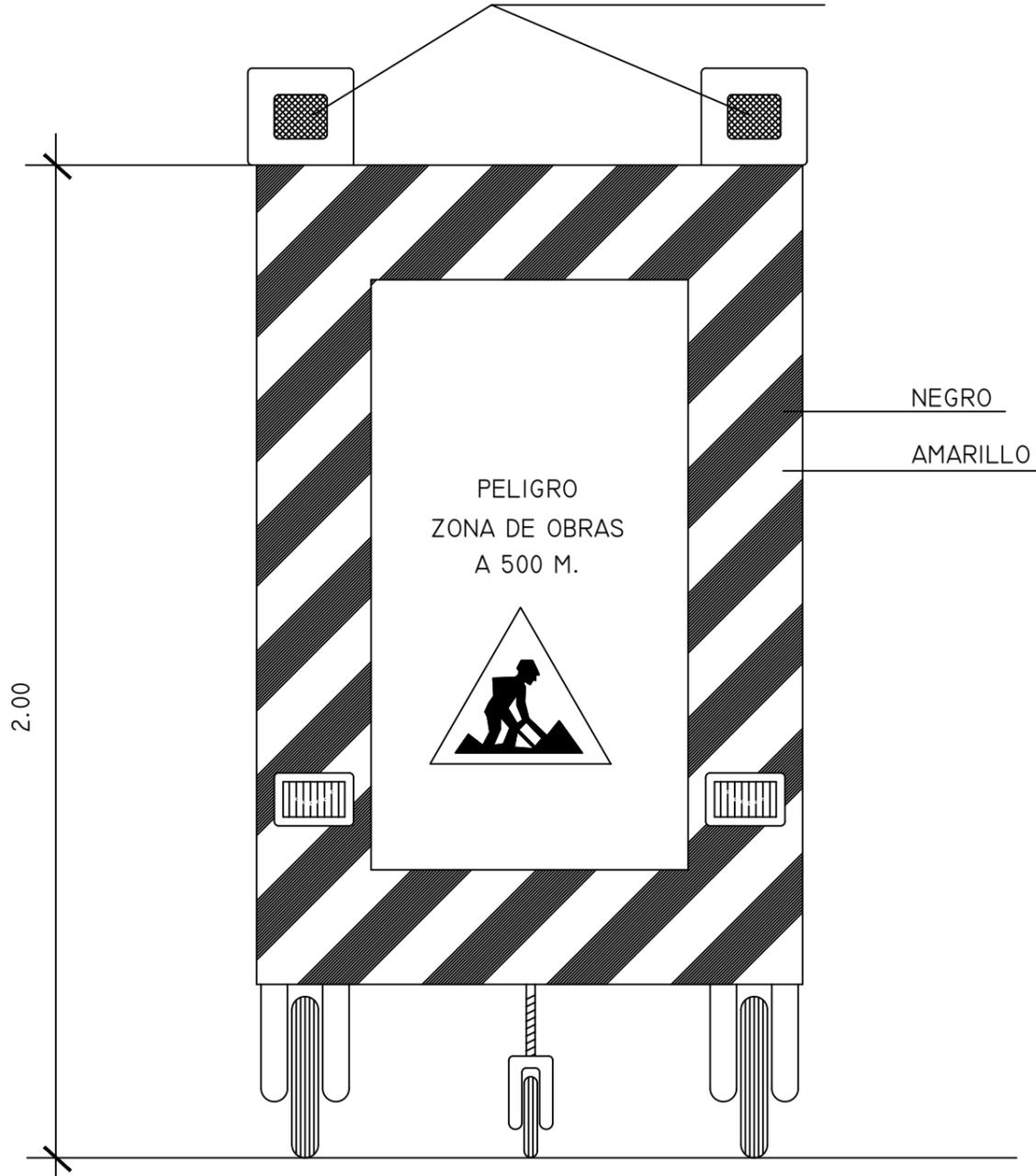
| | | | | | | |
|---|--|---|--------|-----------------------------------|----------|--------------|
|     | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 13 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA:  | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |



| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 14 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

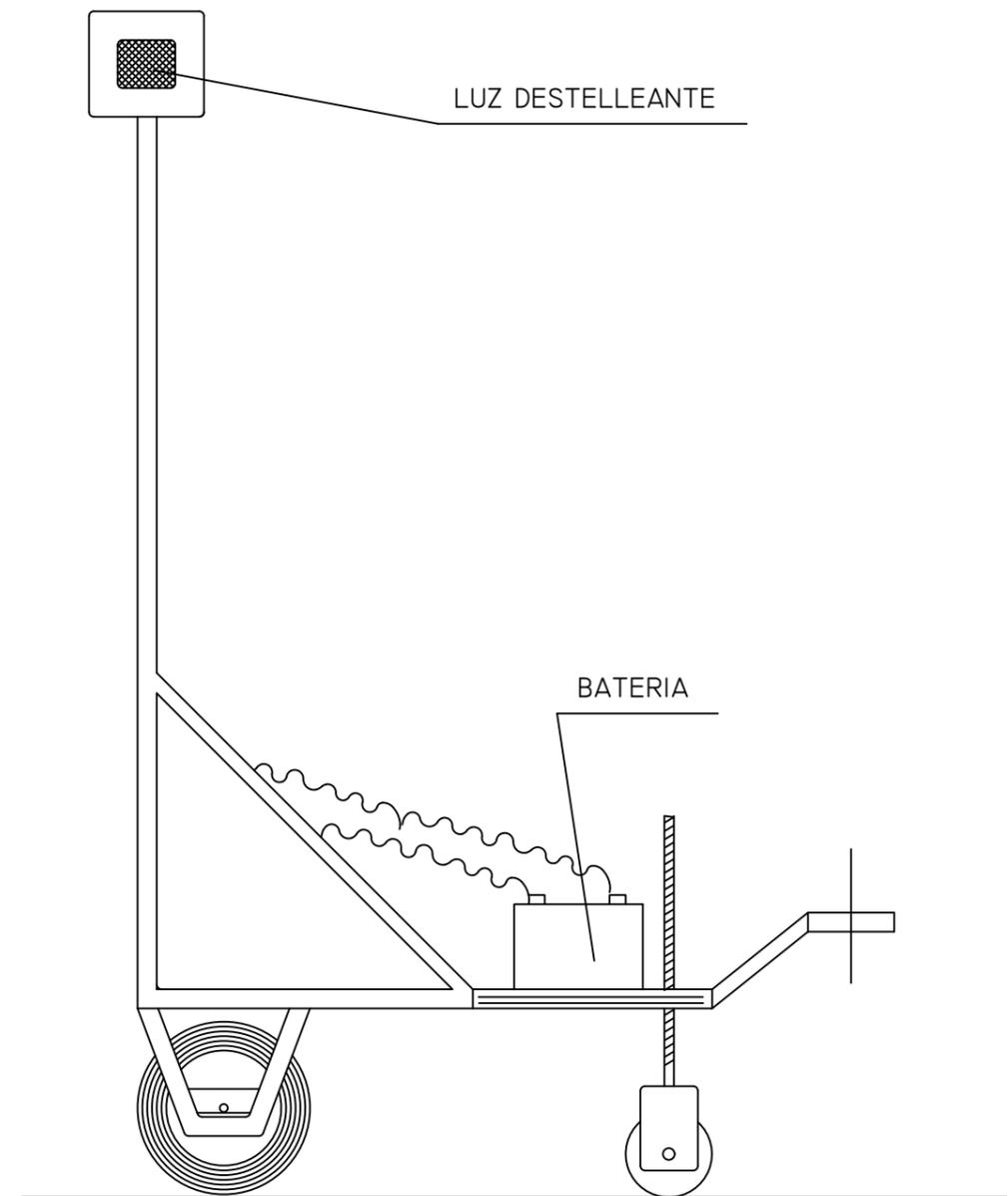
SEÑAL MOVIL DE APROXIMACION A OBRA

LUCES DESTELLEANTES



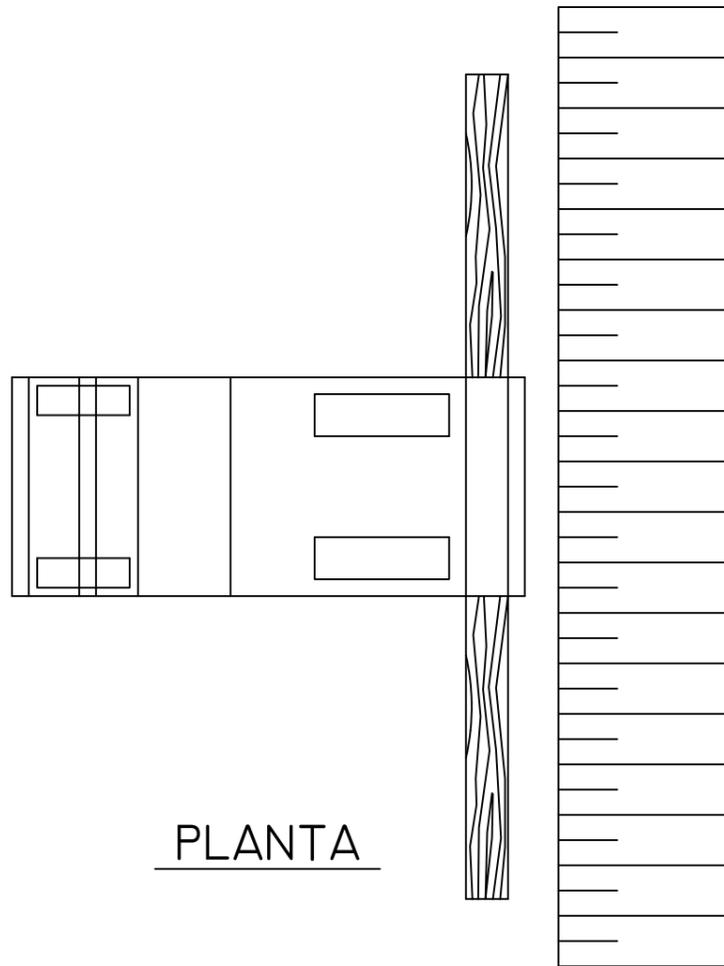
VISTA FRONTAL

LUZ DESTELLEANTE

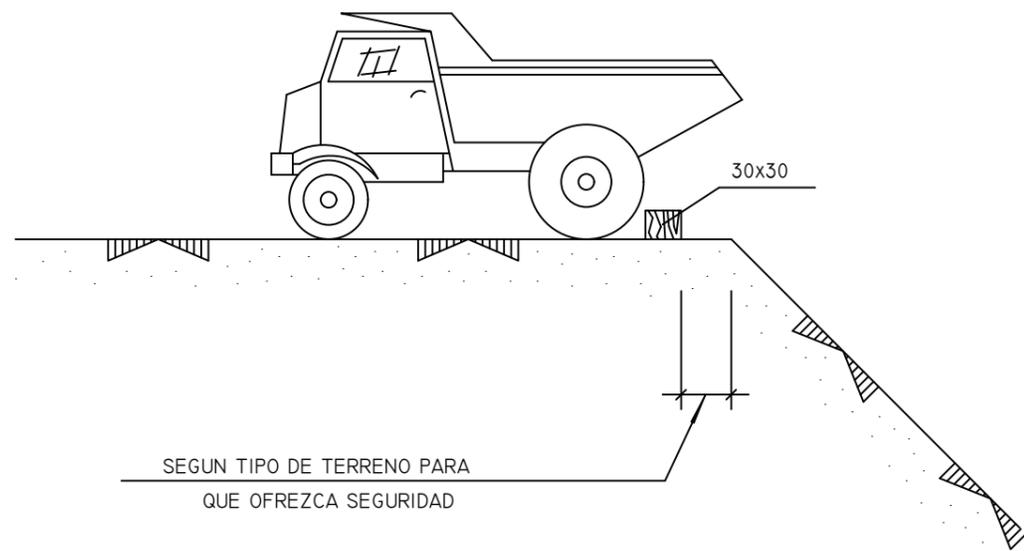


VISTA LATERAL

| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 15 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |



PLANTA



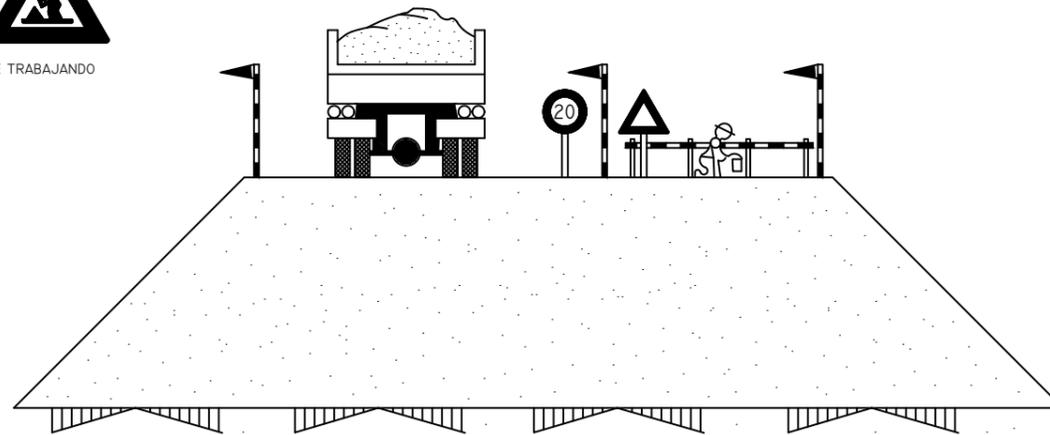
SECCION



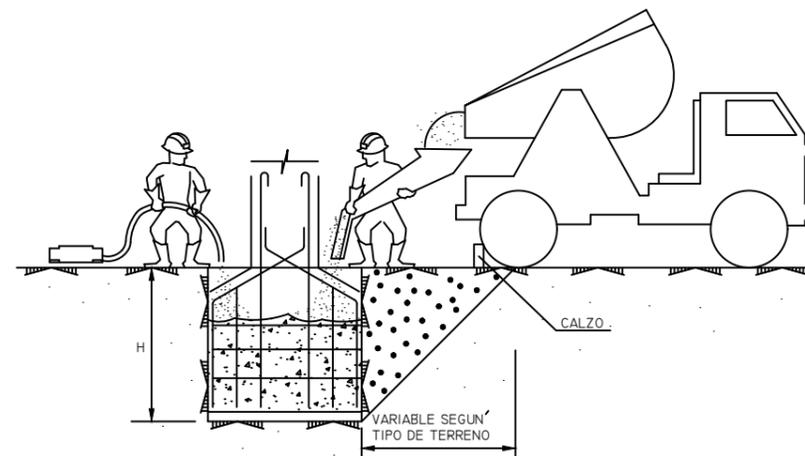
LIMITACION VELOCIDAD



HOMBRE TRABAJANDO

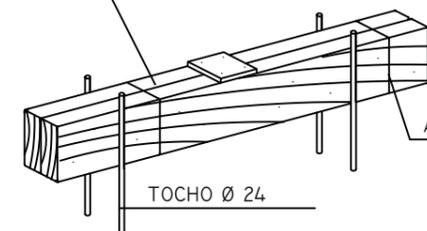


EJECUCION DE TERRAPLENES



CONJUNTO

TABLON 250x75



ATADO DE TABLONES

TOCHO Ø 24



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA

S/E

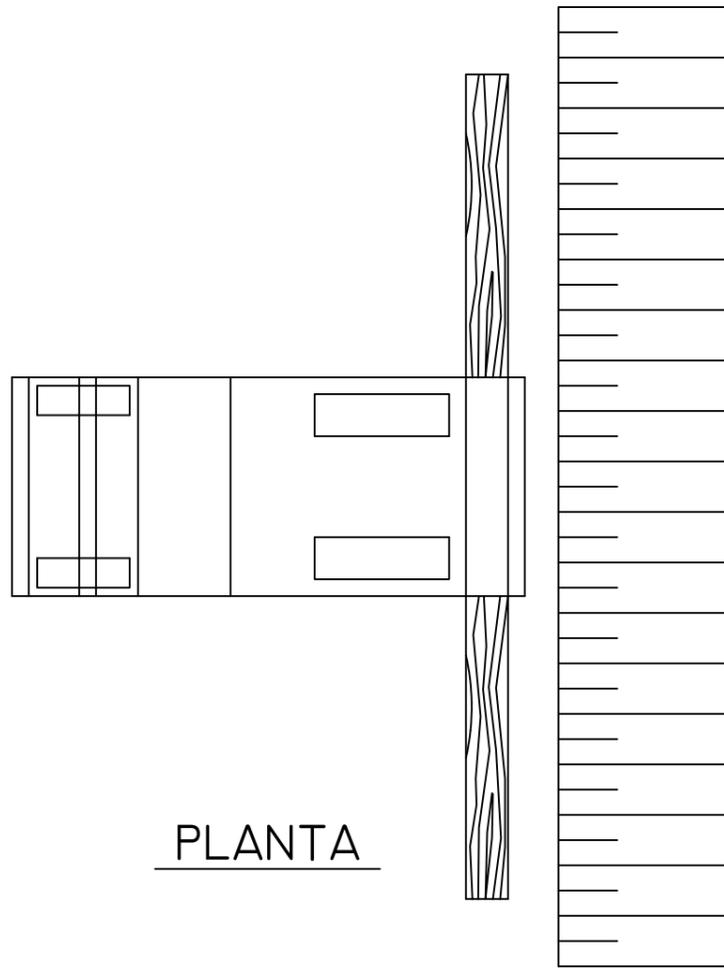
APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

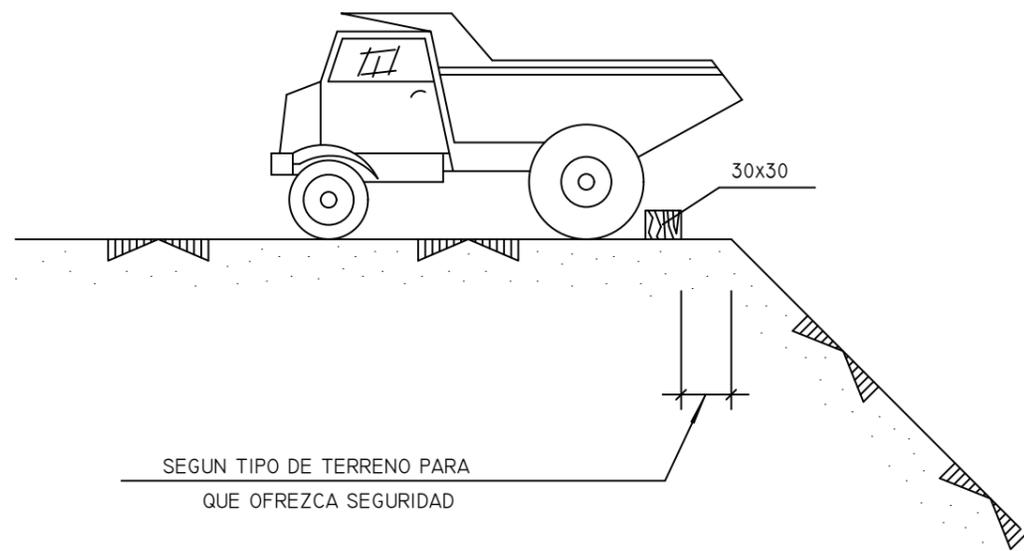
HOJA: 16

PLANO: 13

OCTUBRE 2020



PLANTA



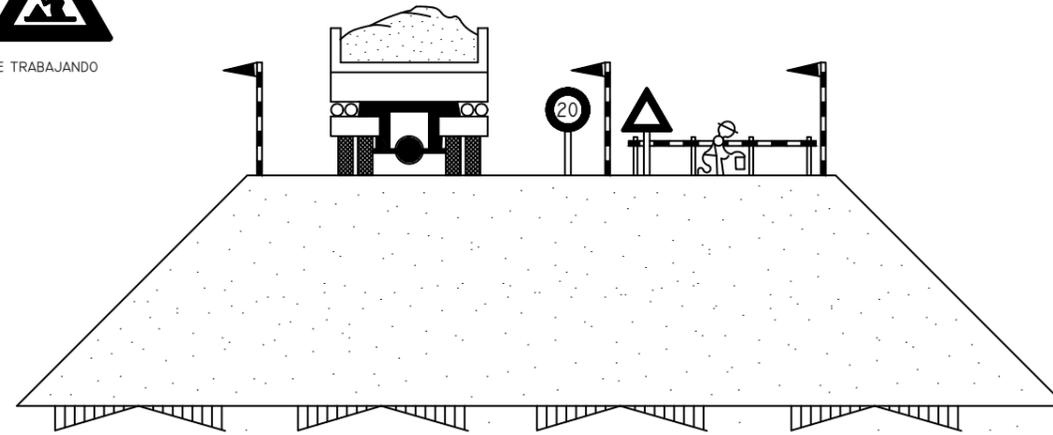
SECCION



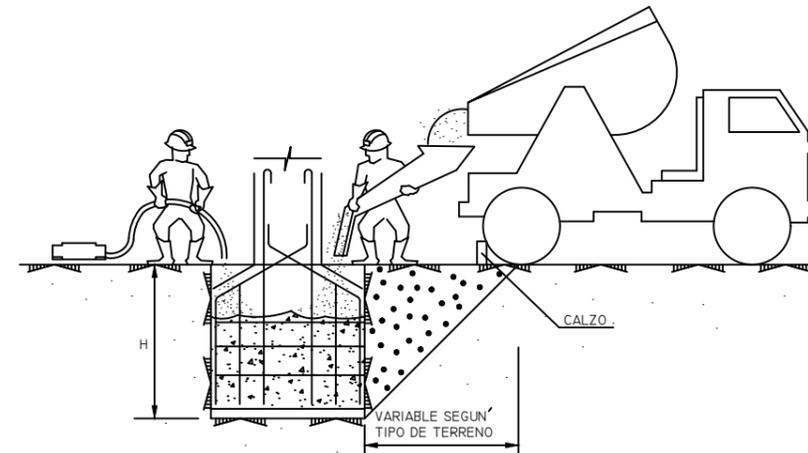
LIMITACION VELOCIDAD



HOMBRE TRABAJANDO

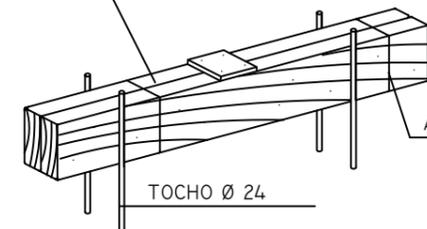


EJECUCION DE TERRAPLENES



CONJUNTO

TABLON 250x75



ATADO DE TABLONES

TOCHO Ø 24



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA

S/E

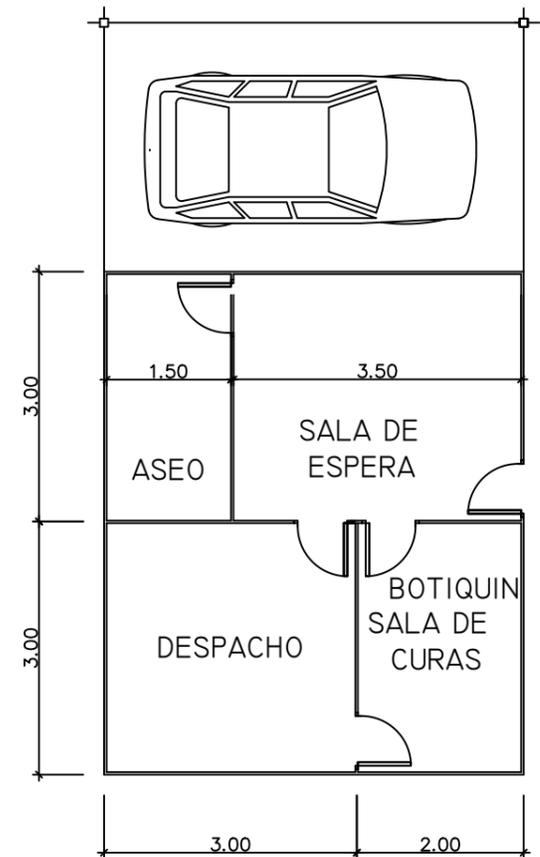
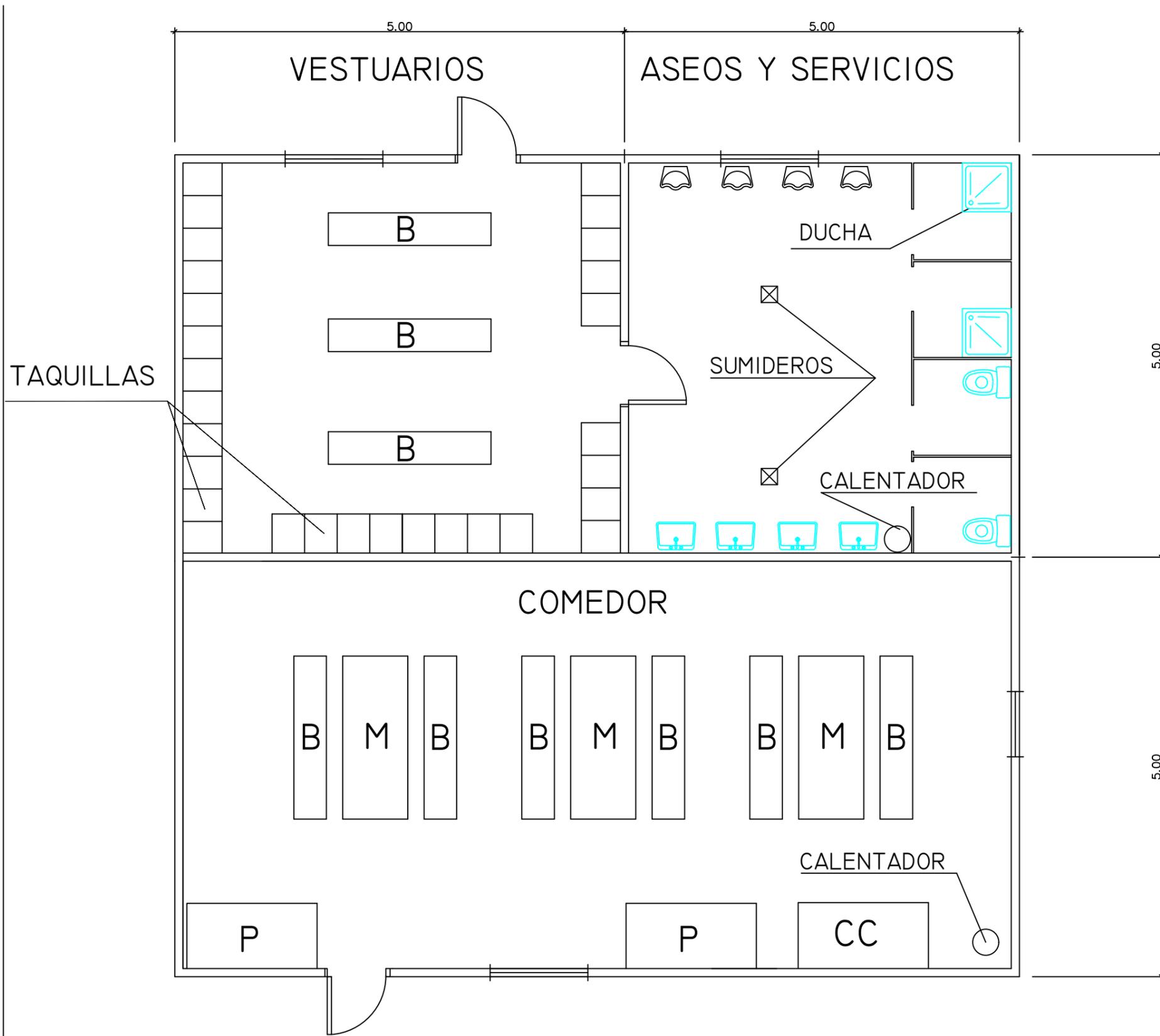
APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

HOJA: 16

PLANO: 13

OCTUBRE 2020



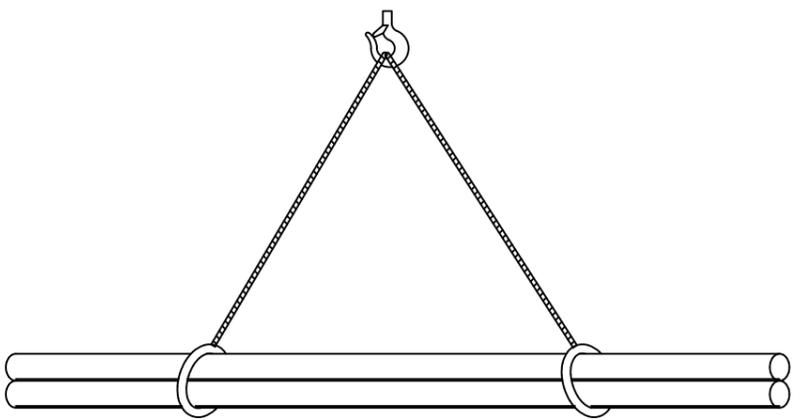
LEYENDA

- M: MESA
- B: BANCO
- P: PILA LAVAPLATOS
- CC: CALIENTA COMIDAS

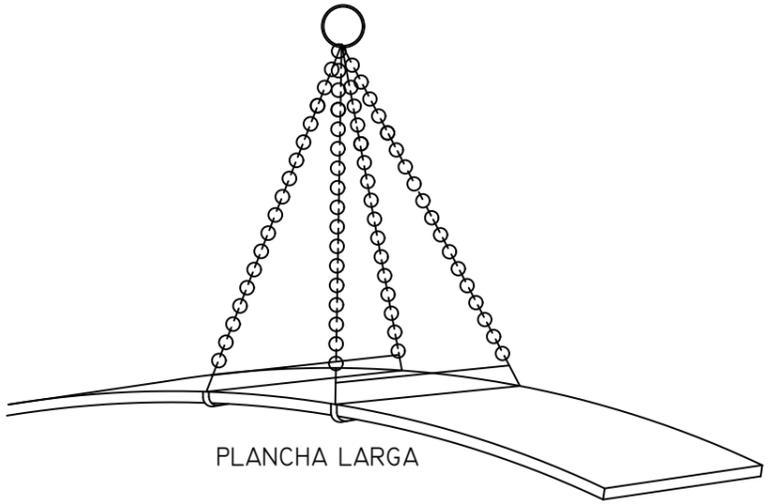
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

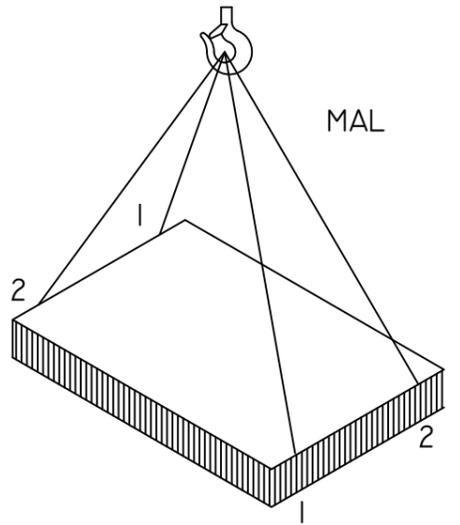
| | | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | | HOJA: 2 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | | OCTUBRE 2020 | |



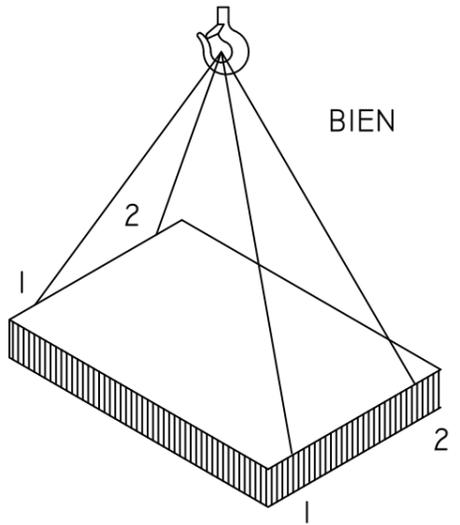
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



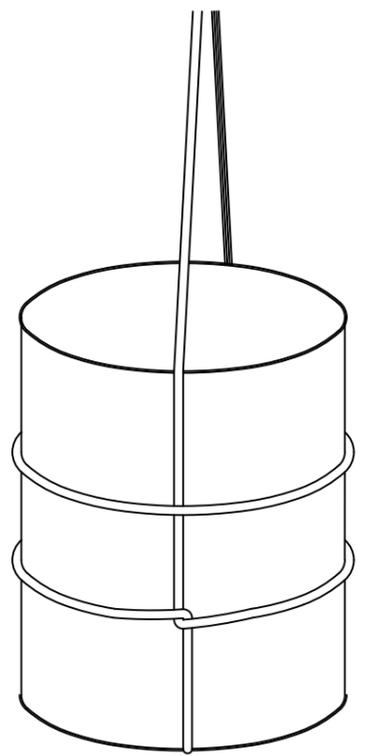
PLANCHA LARGA



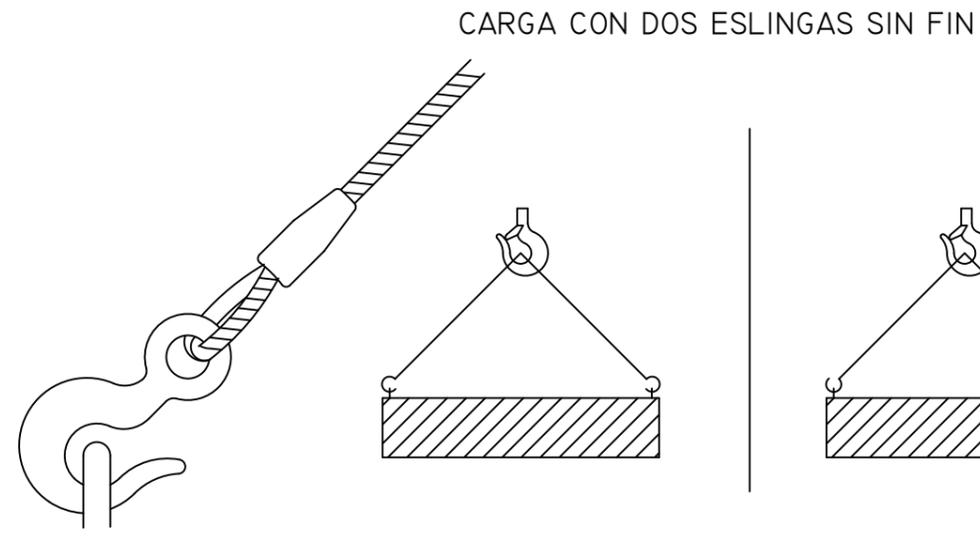
MAL



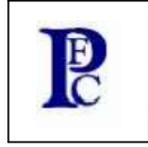
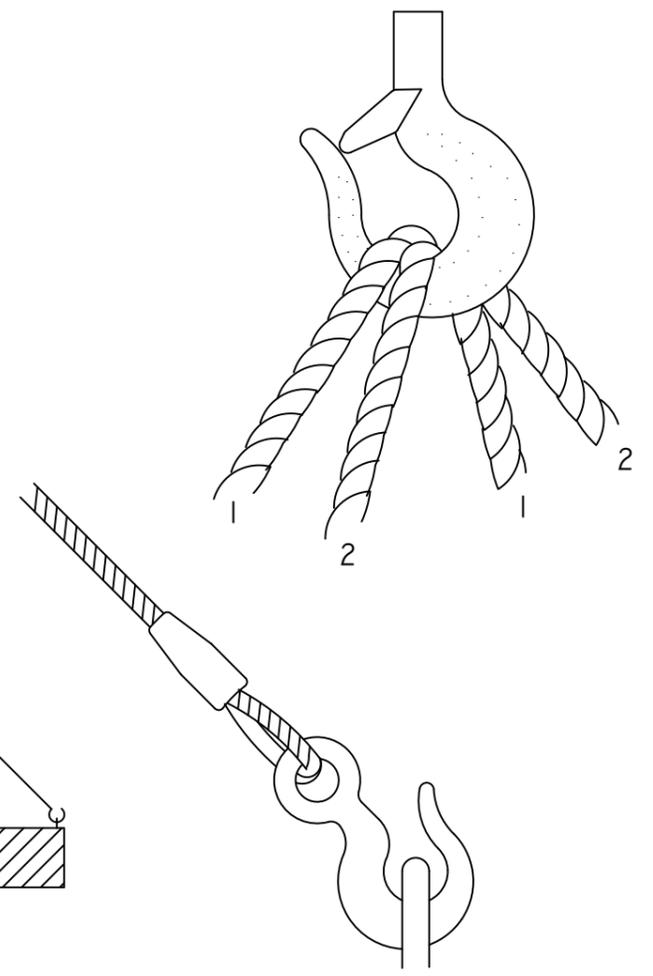
BIEN



AMARRE DE BIDONES



CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS FIRMA: 

ESCALA
S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

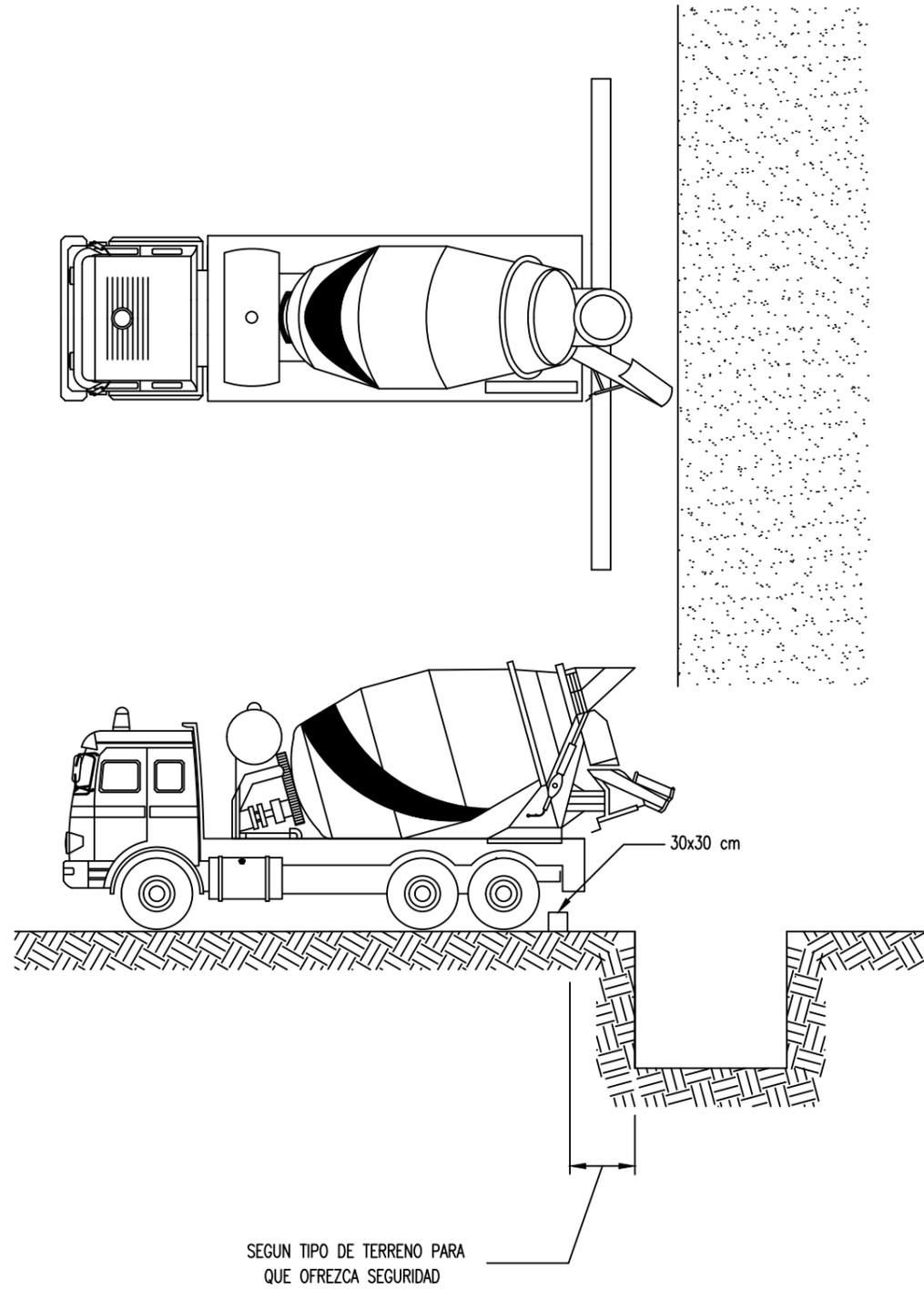
PLANOS

HOJA: 17

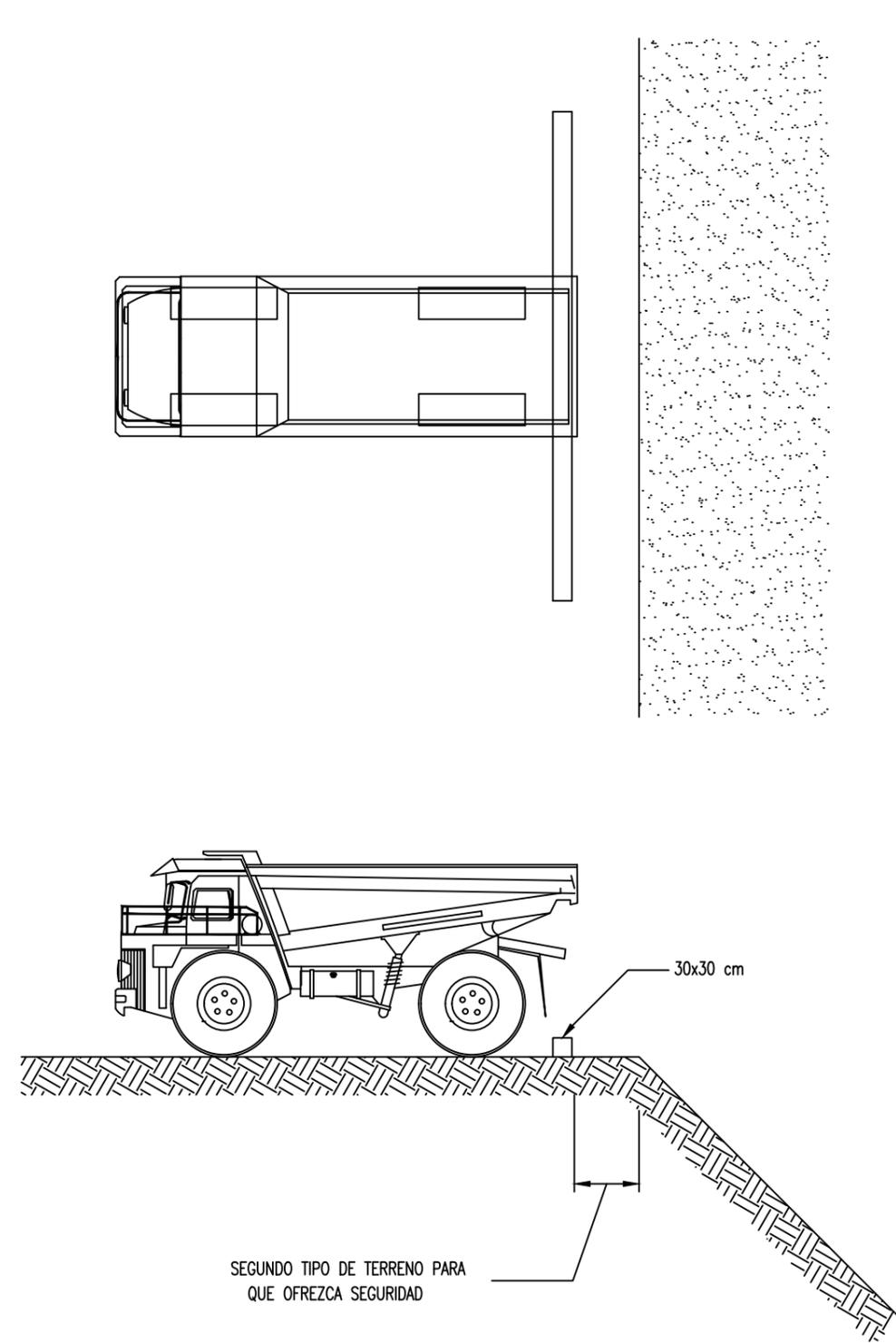
PLANO: 13

OCTUBRE 2020

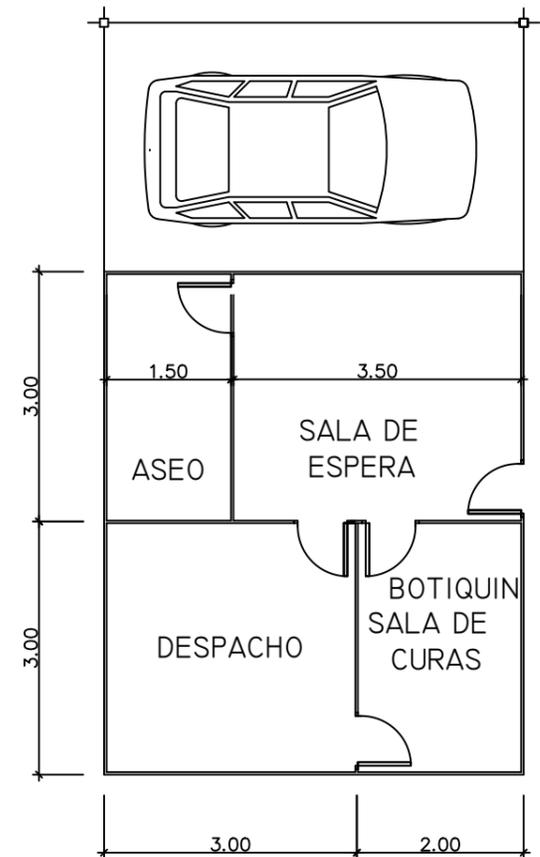
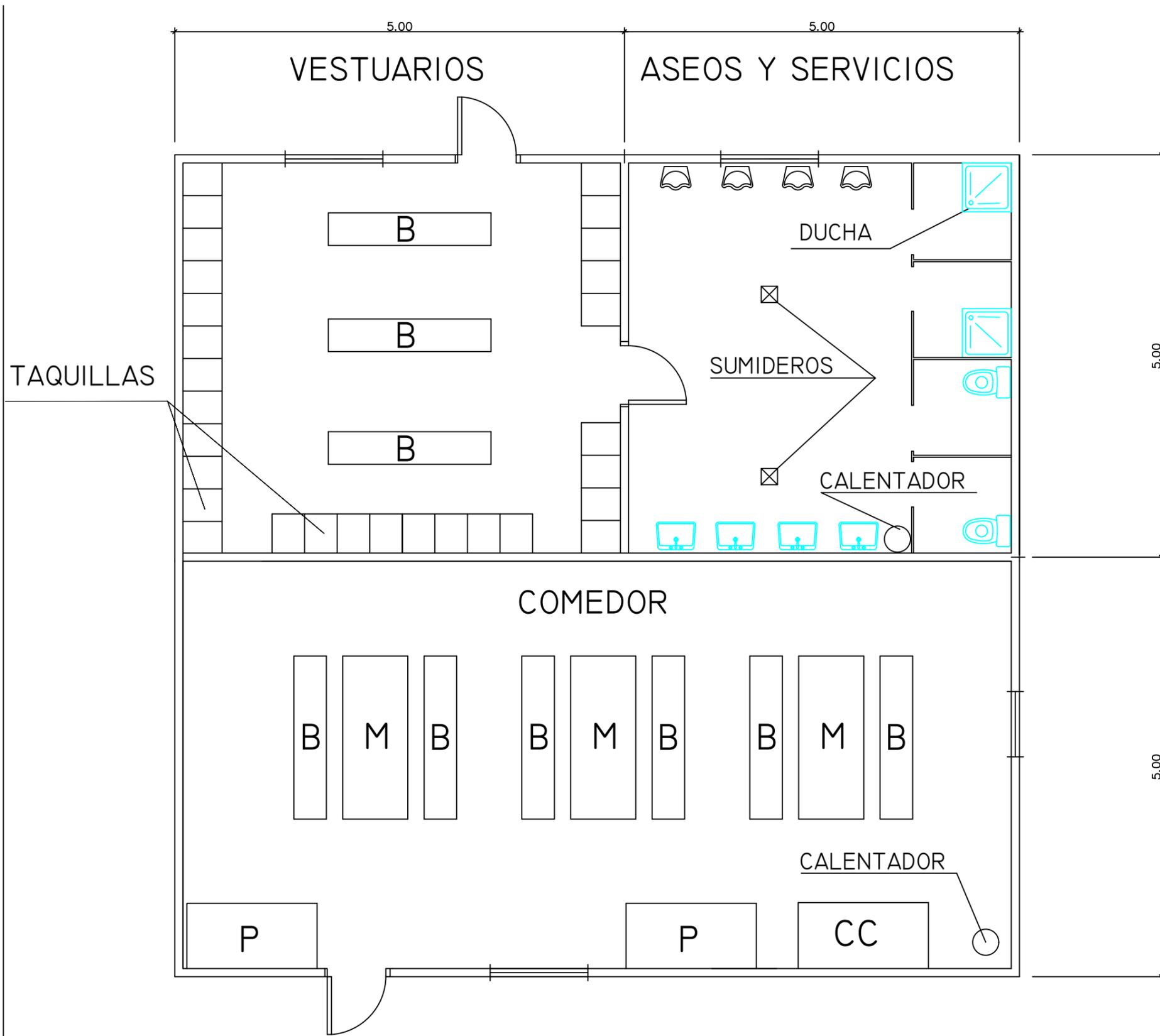
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE HORMIGON



TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



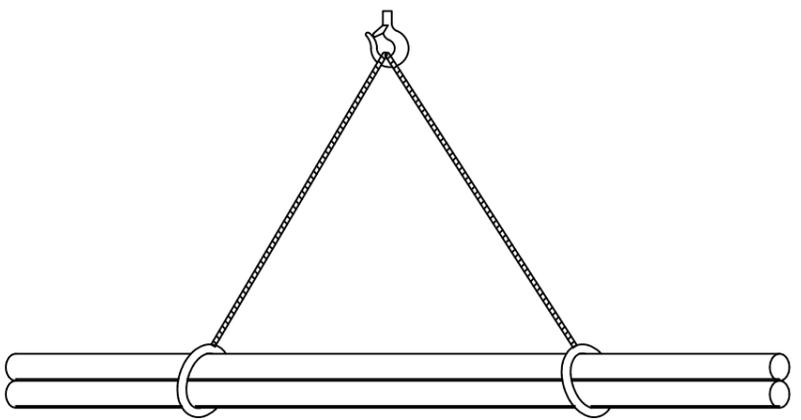
| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 18 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |



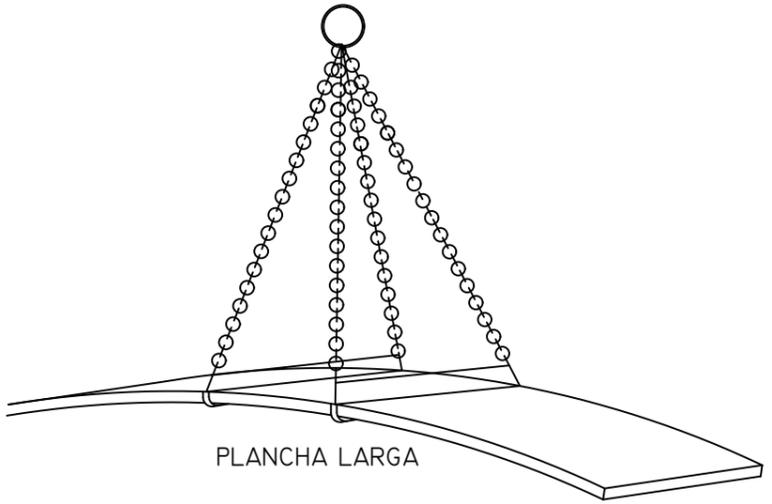
LEYENDA

- M: MESA
- B: BANCO
- P: PILA LAVAPLATOS
- CC: CALIENTA COMIDAS

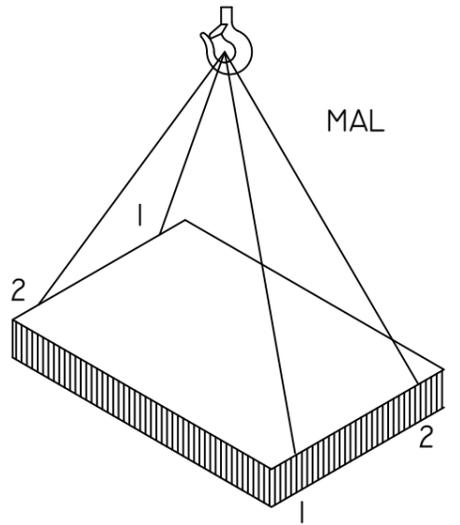
| | | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | | HOJA: 2 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | | OCTUBRE 2020 | |



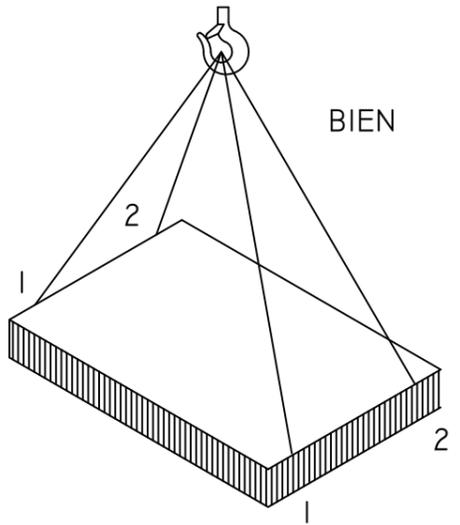
CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)



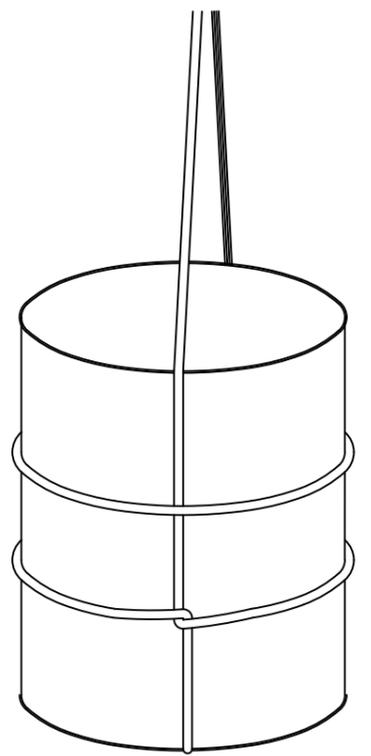
PLANCHA LARGA



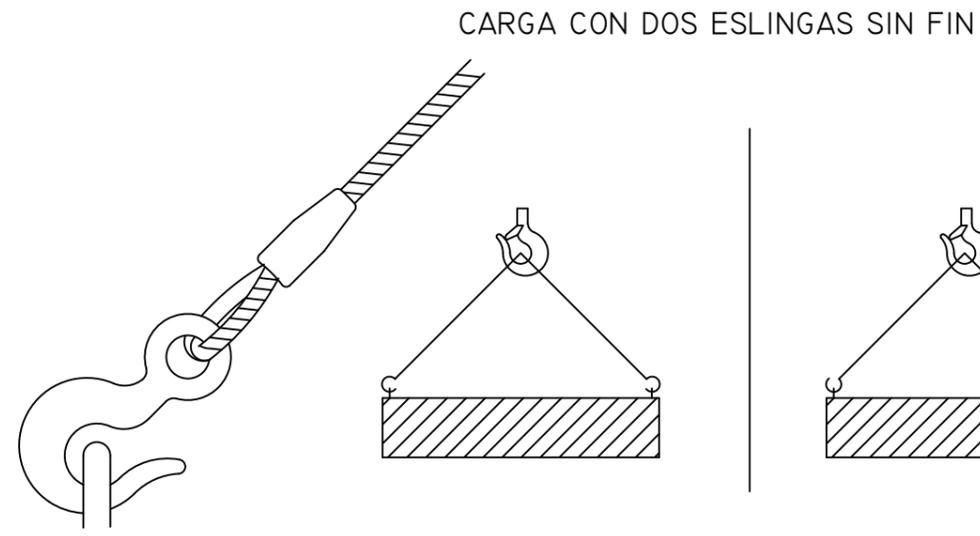
MAL



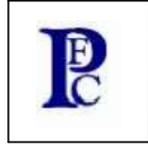
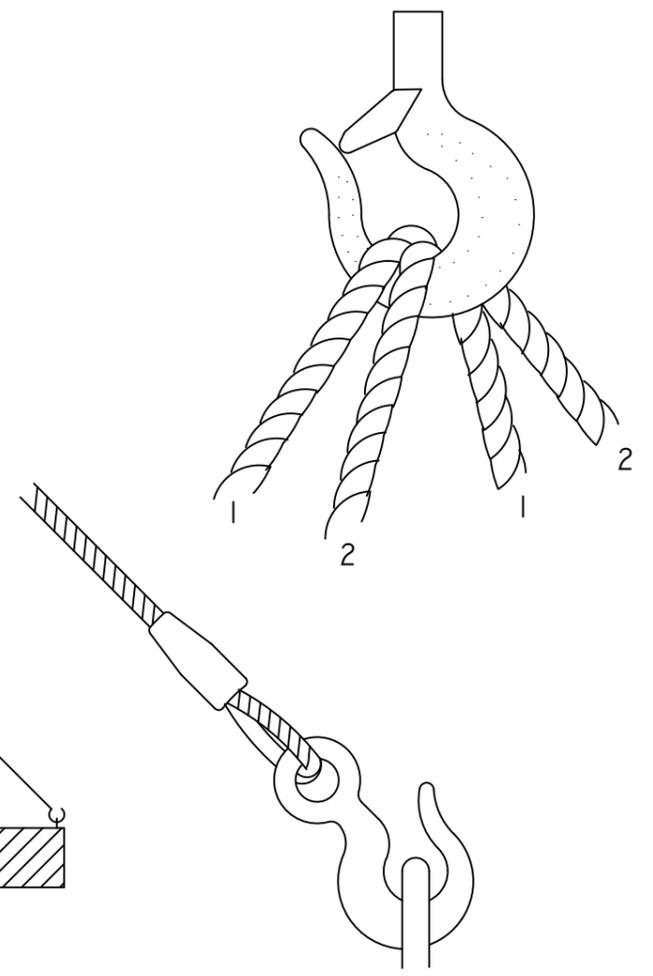
BIEN



AMARRE DE BIDONES



CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS FIRMA: 

ESCALA
S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

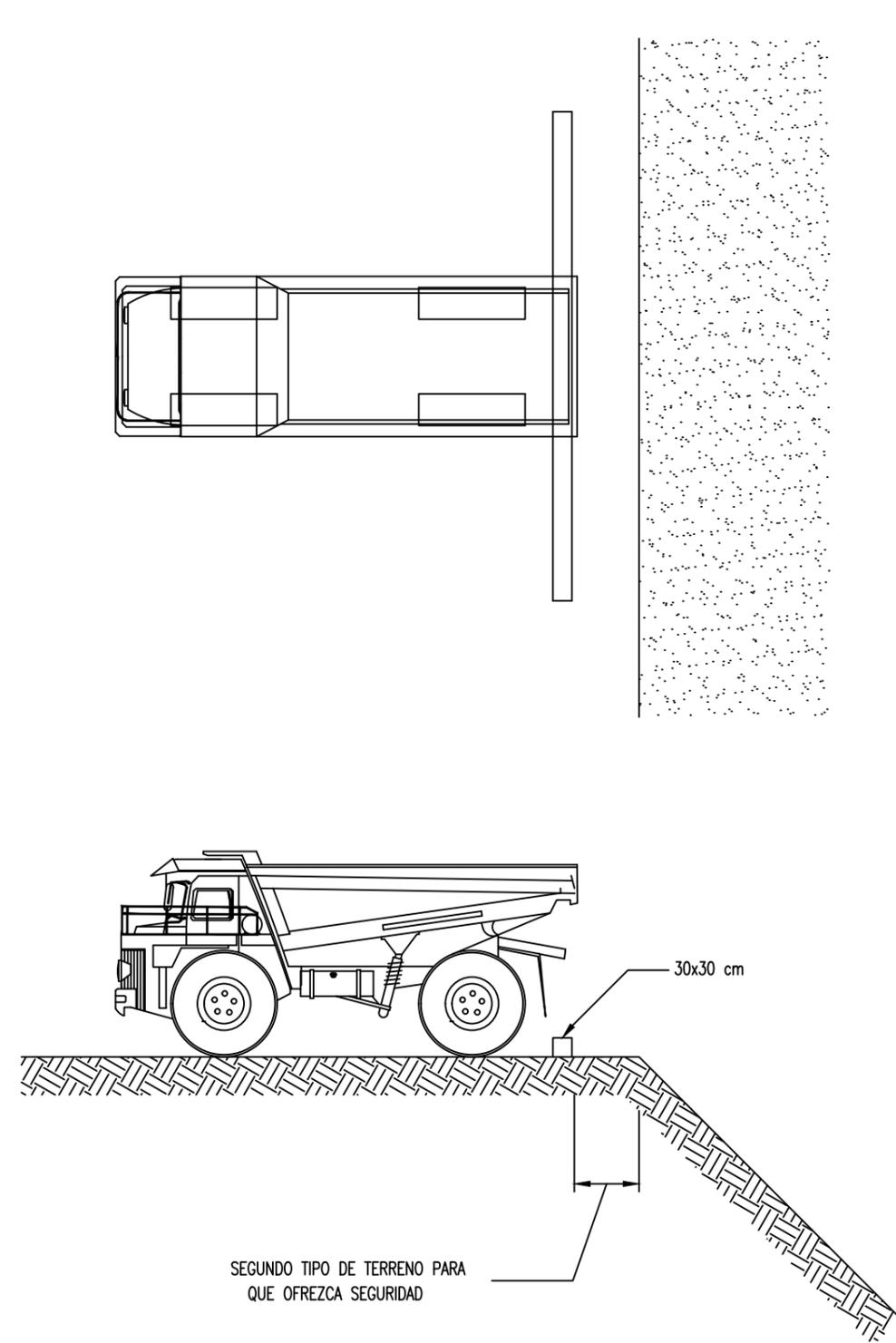
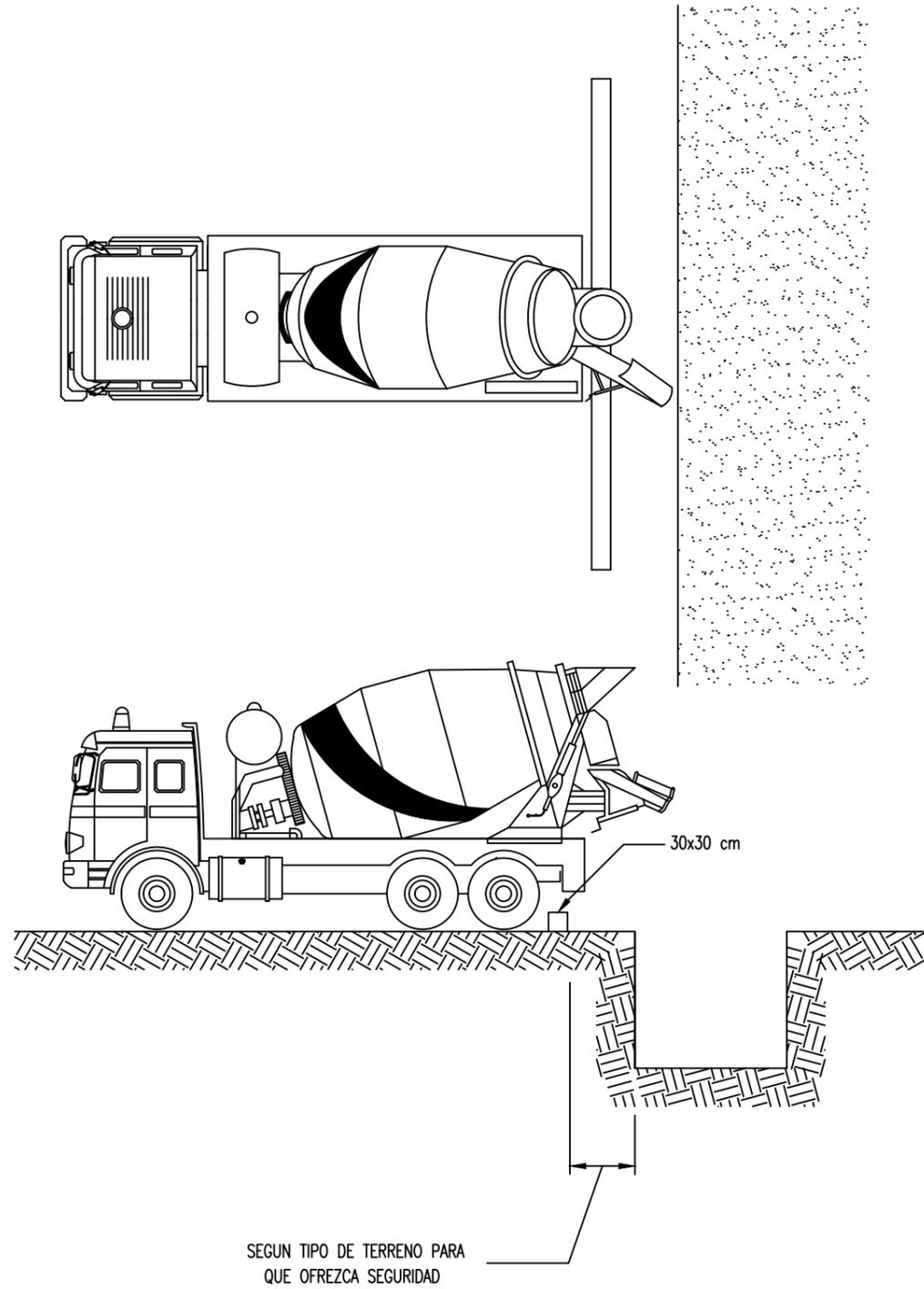
PLANOS

HOJA: 17 PLANO: 13

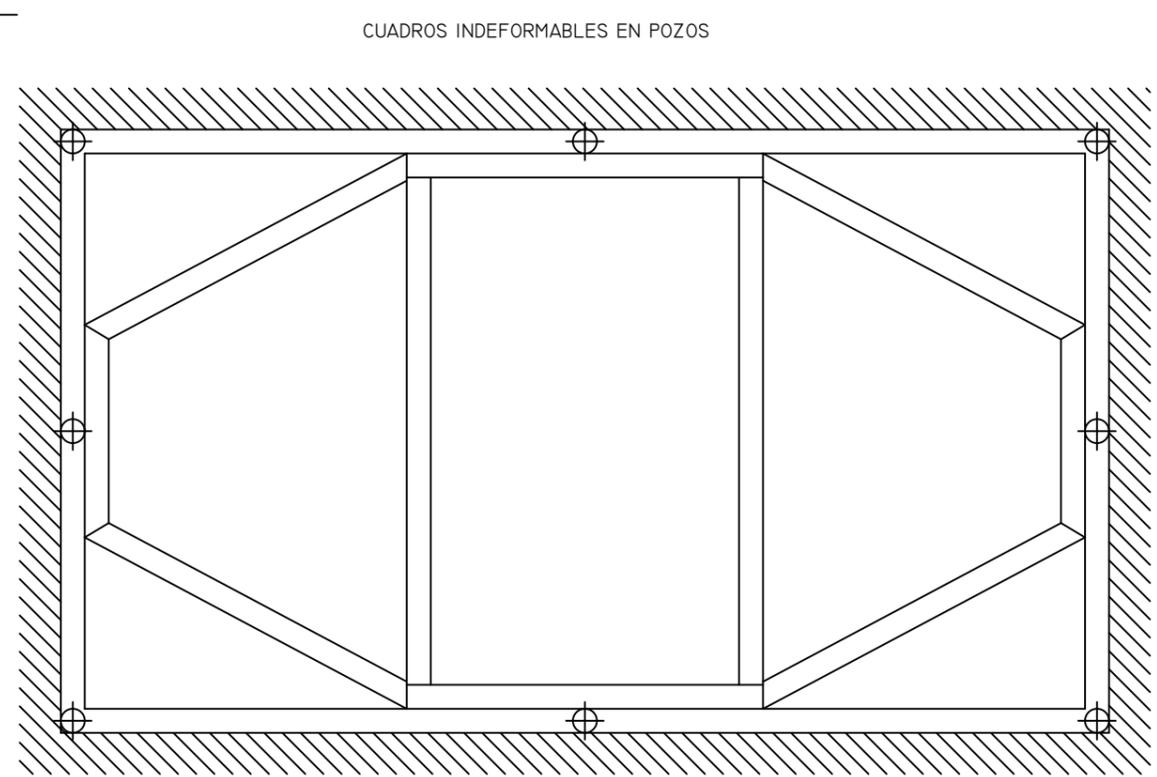
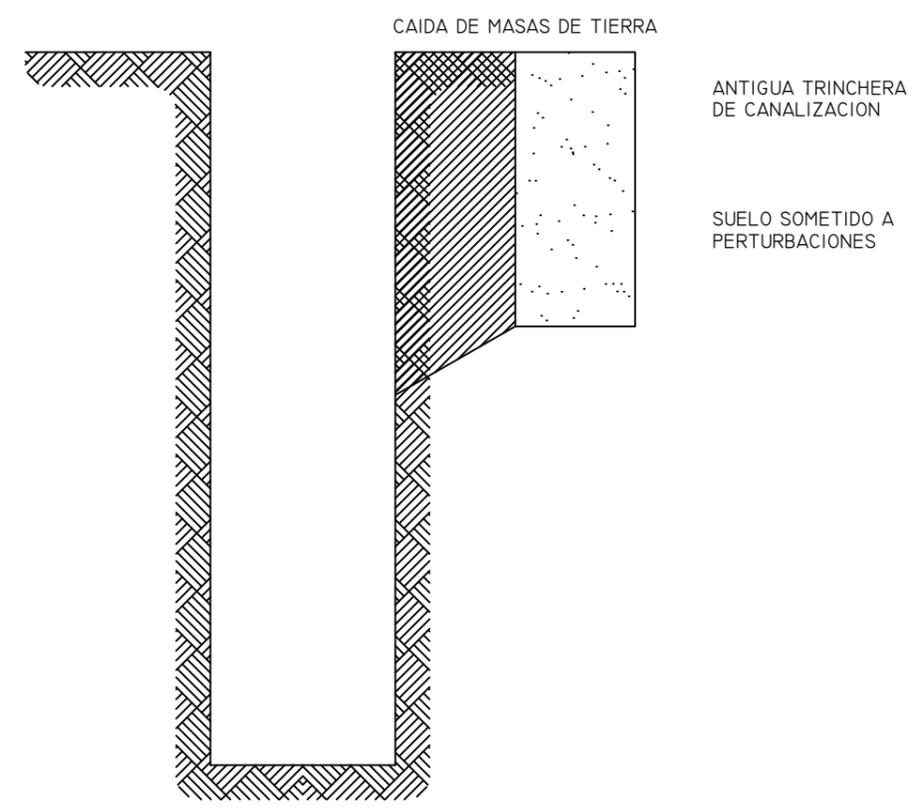
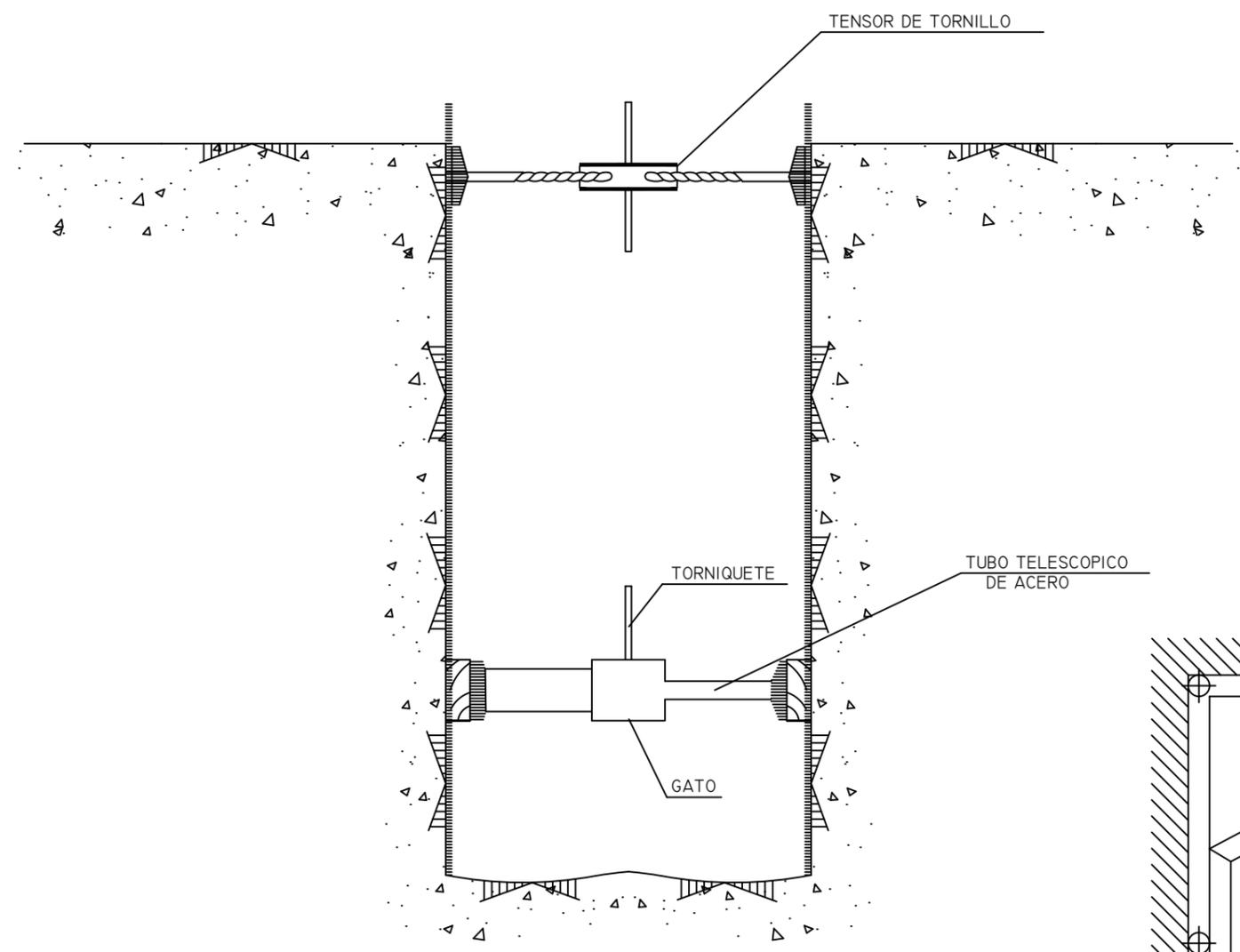
OCTUBRE 2020

TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE HORMIGON

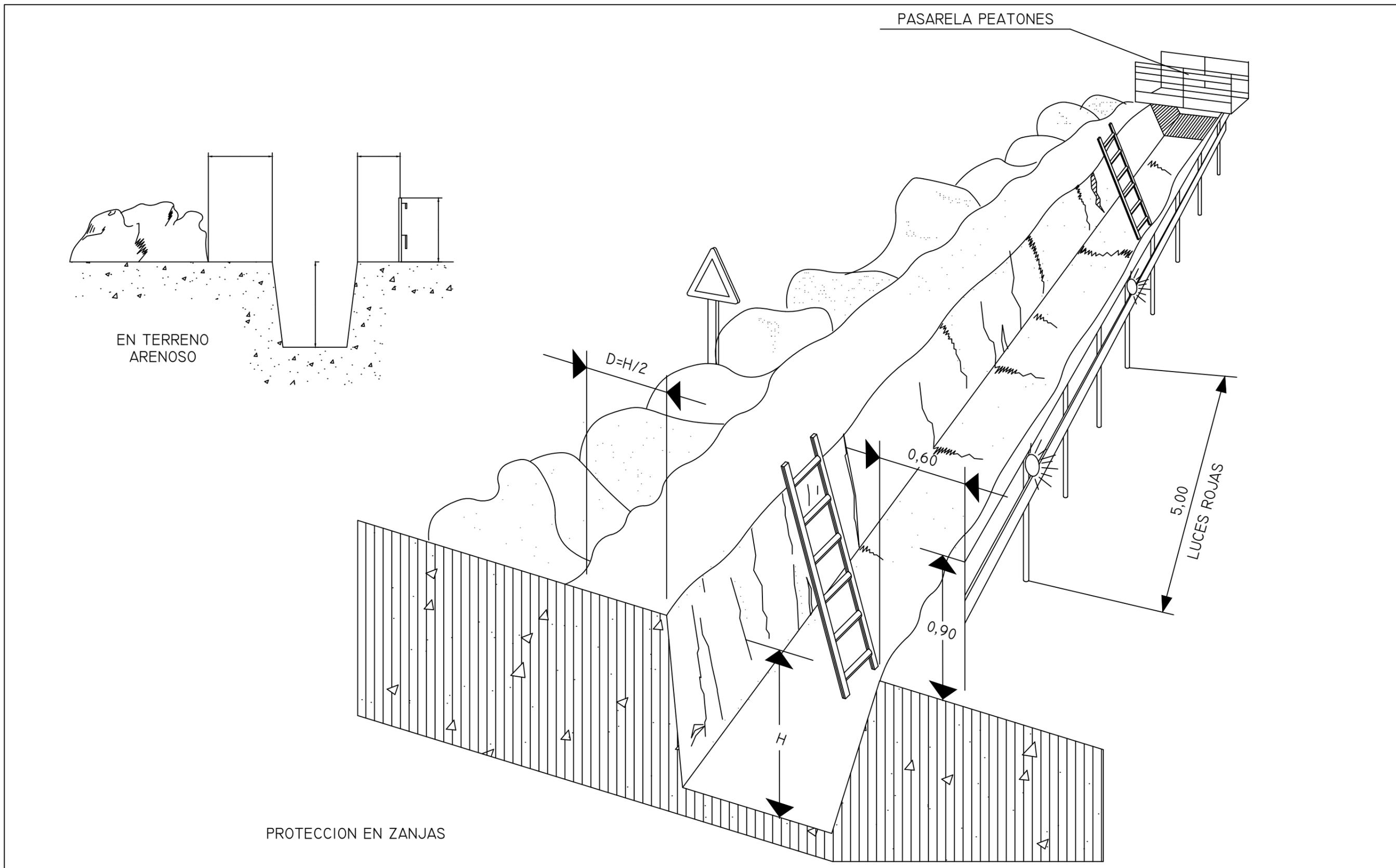
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 18 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

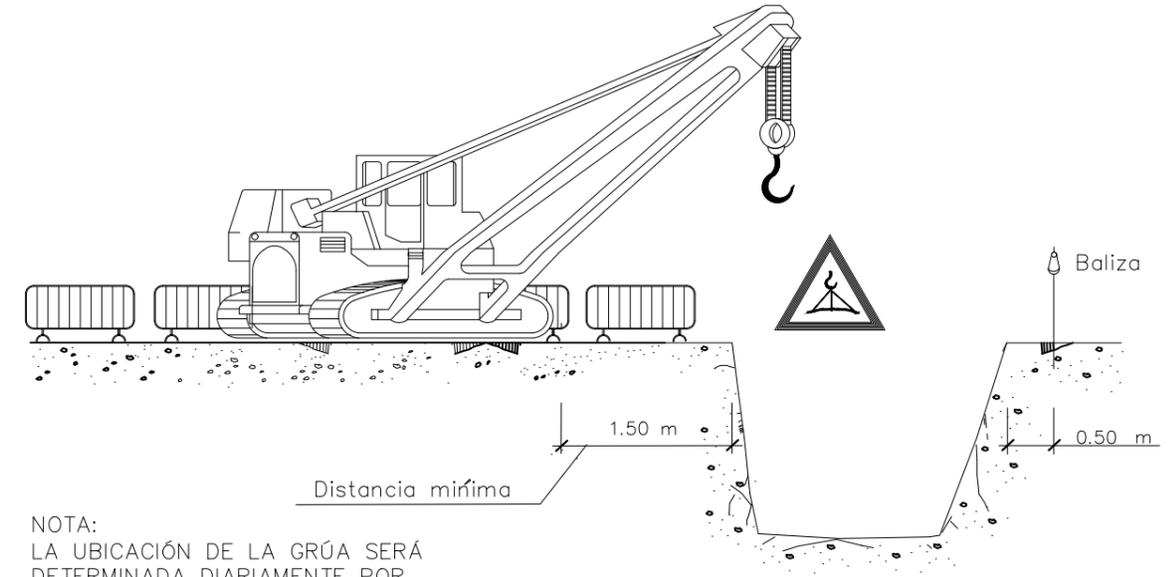
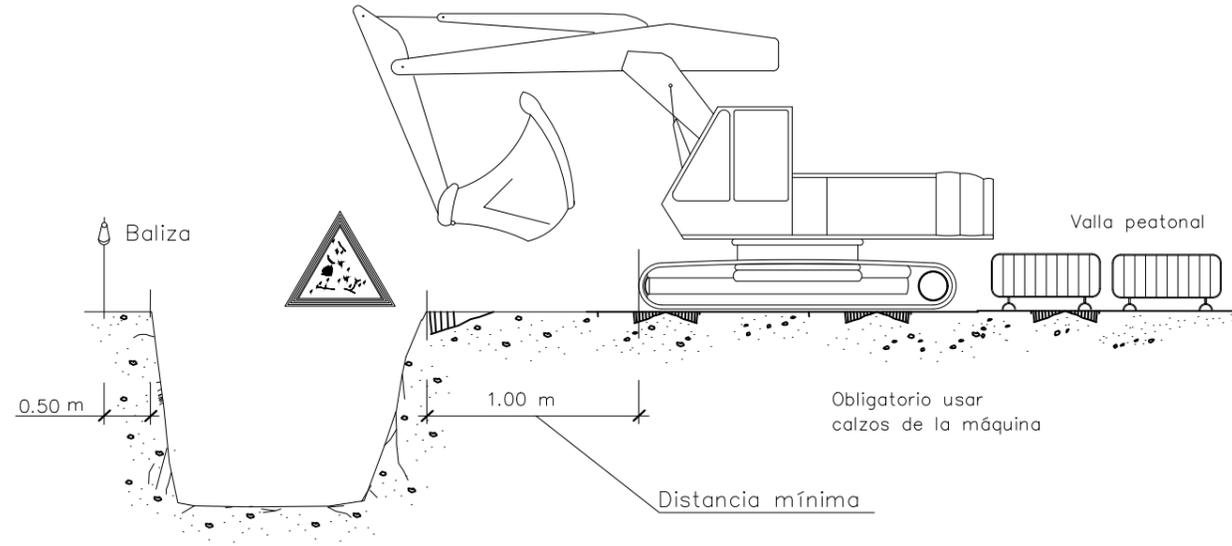


| | | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | | HOJA: 19 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | | OCTUBRE 2020 | |



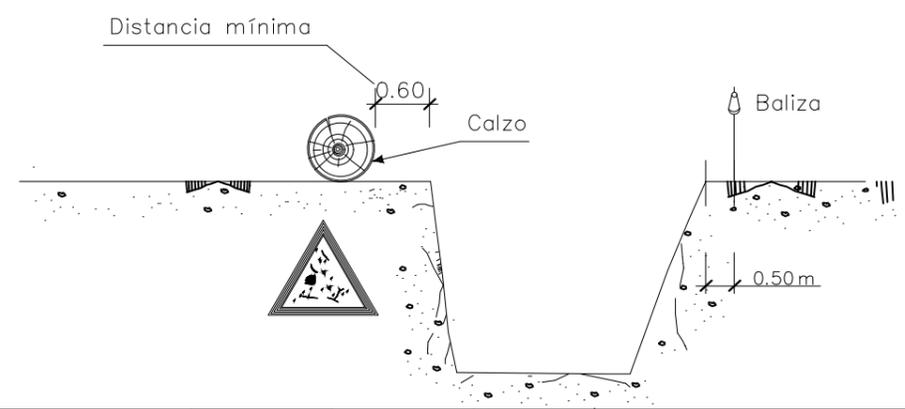
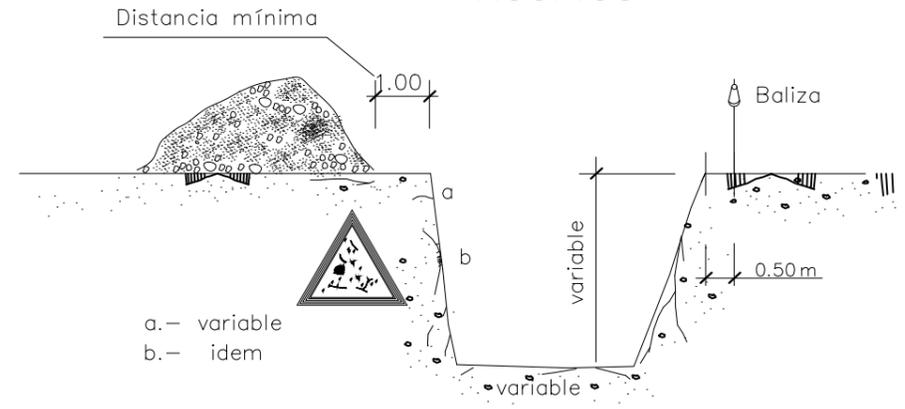
| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | | | | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 20 | PLANO: 13 |
| | | | | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

ESCAVACIÓN

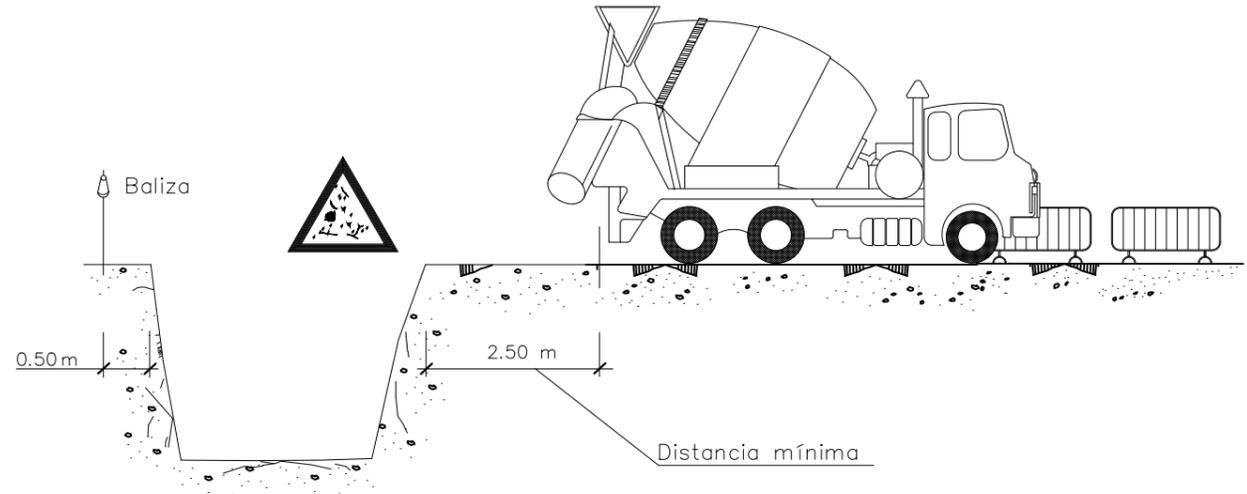


NOTA:
LA UBICACIÓN DE LA GRÚA SERÁ DETERMINADA DIARIAMENTE POR EL TÉCNICO DE SEGURIDAD

ACOPIOS



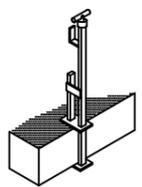
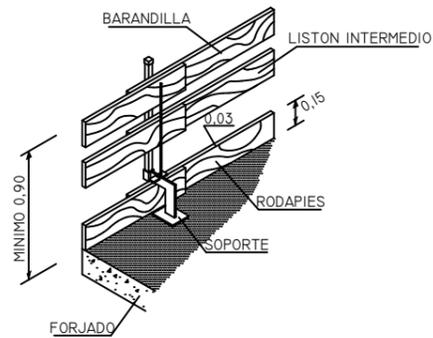
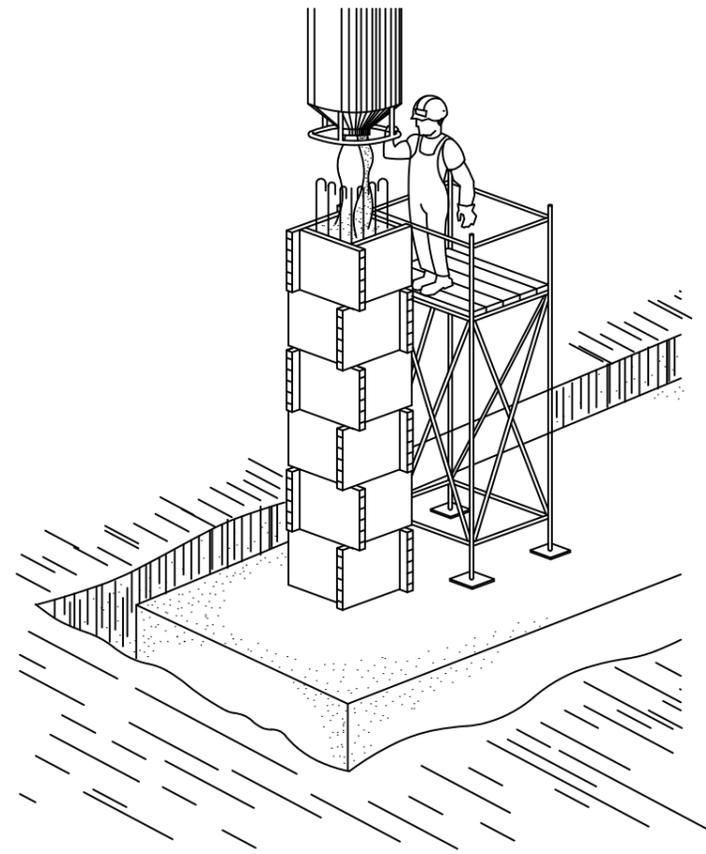
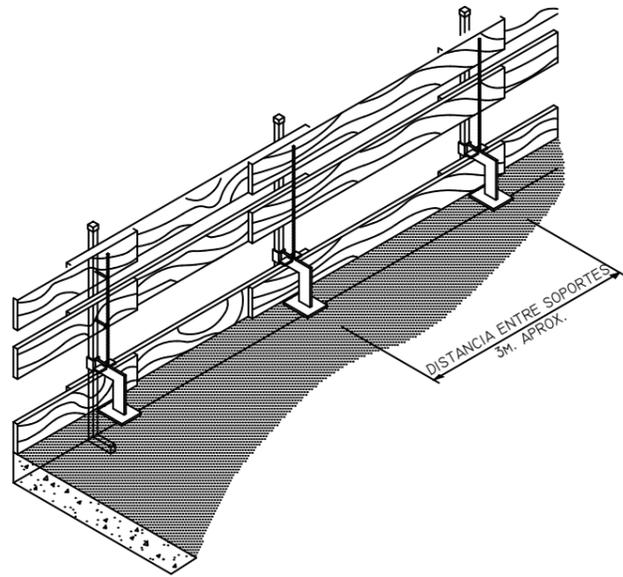
ELEMENTOS VIBRATORIOS



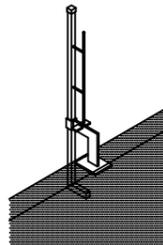
| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 21 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

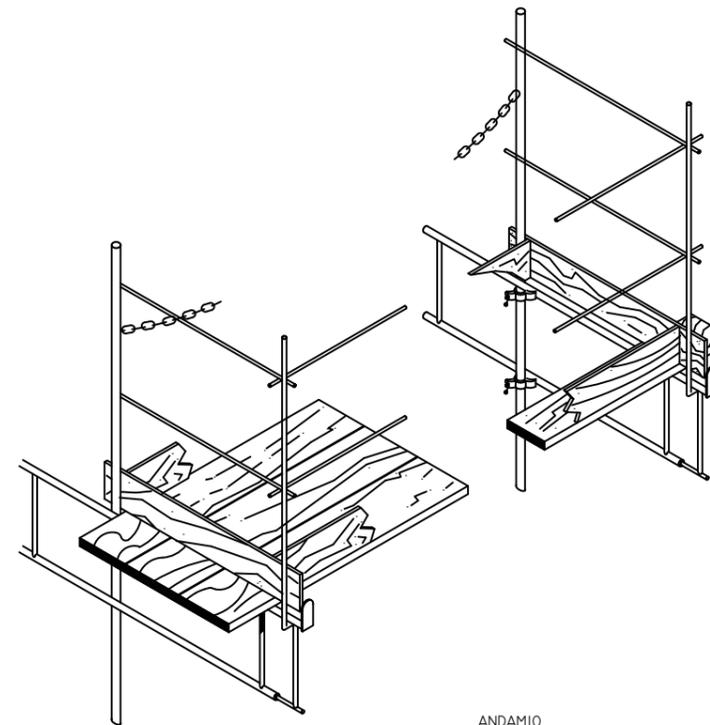


CON HUSILLO



CON CUNA

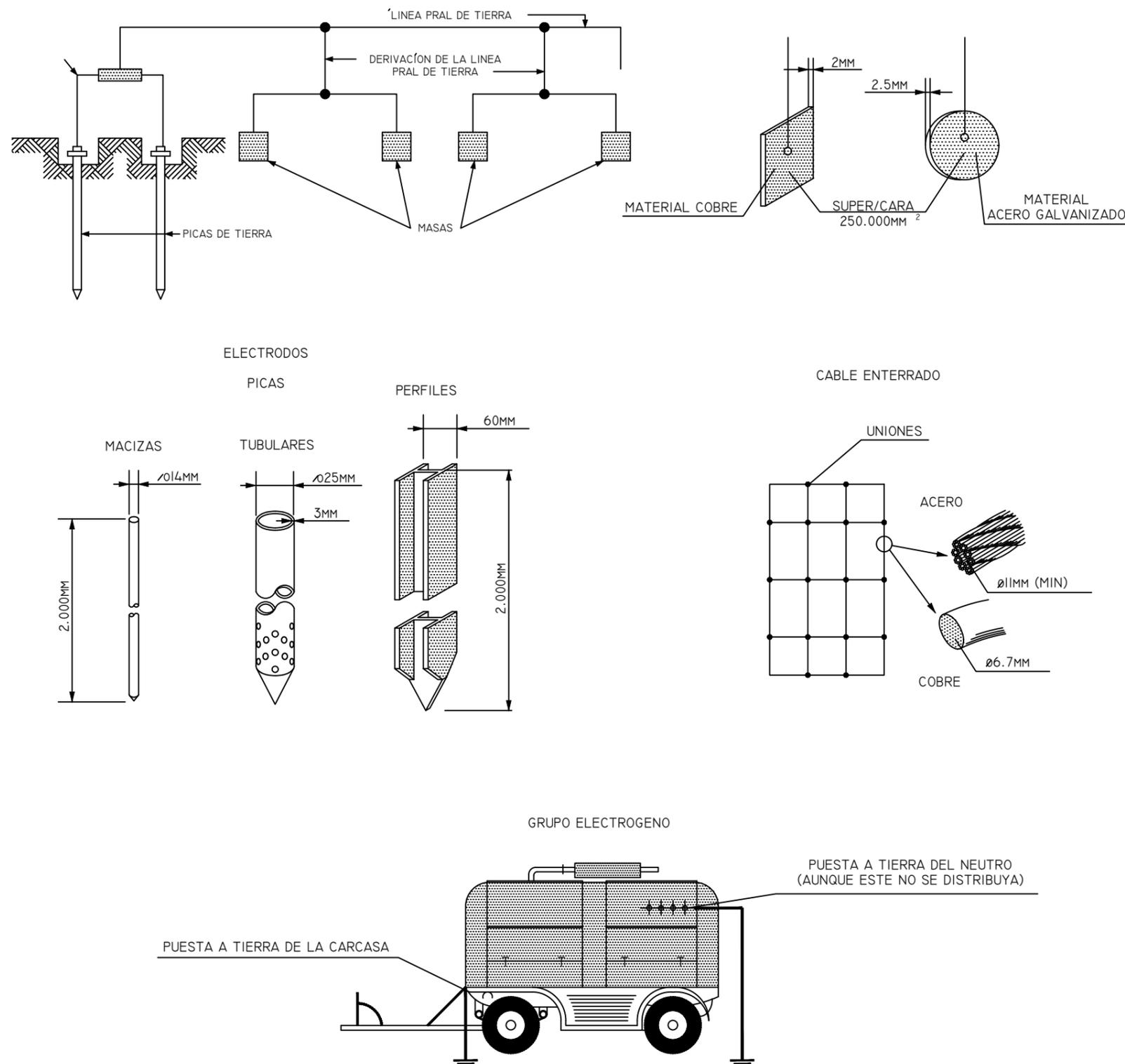
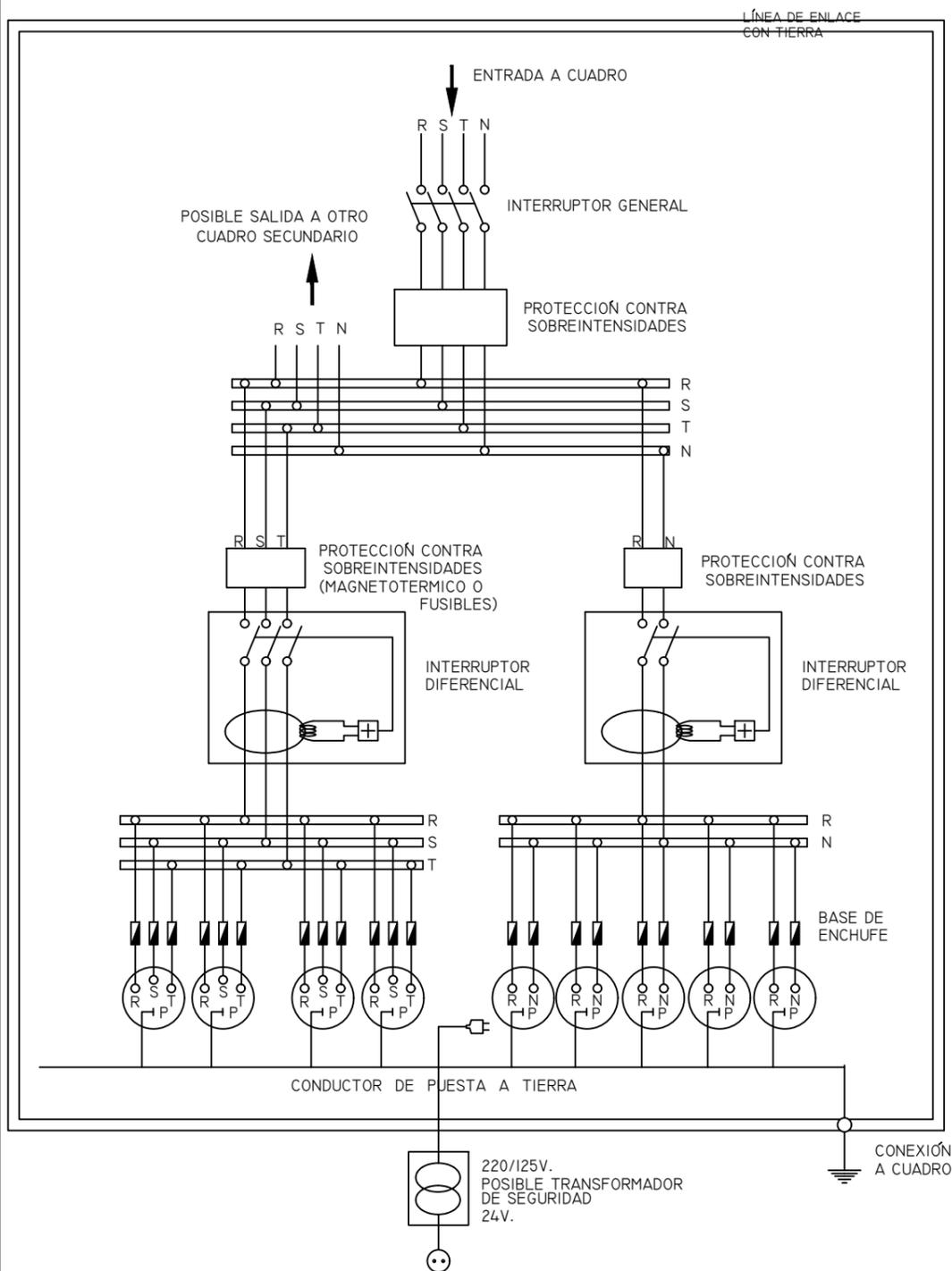
LA MADERA UTILIZADA HABRA SIDO PREVIAMENTE SELECCIONADA Y NO SE USARA PARA OTRO FIN.



ANDAMIO

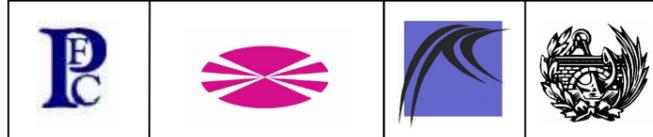
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|---------------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | | | | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | ESCALA S/E | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 22 | PLANO: 13 |
| | | | | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

CUADRO DE ALIMENTACION A OBRA
ESQUEMA DE INSTALACION



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)
 AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS
 FIRMA: *[Signature]*

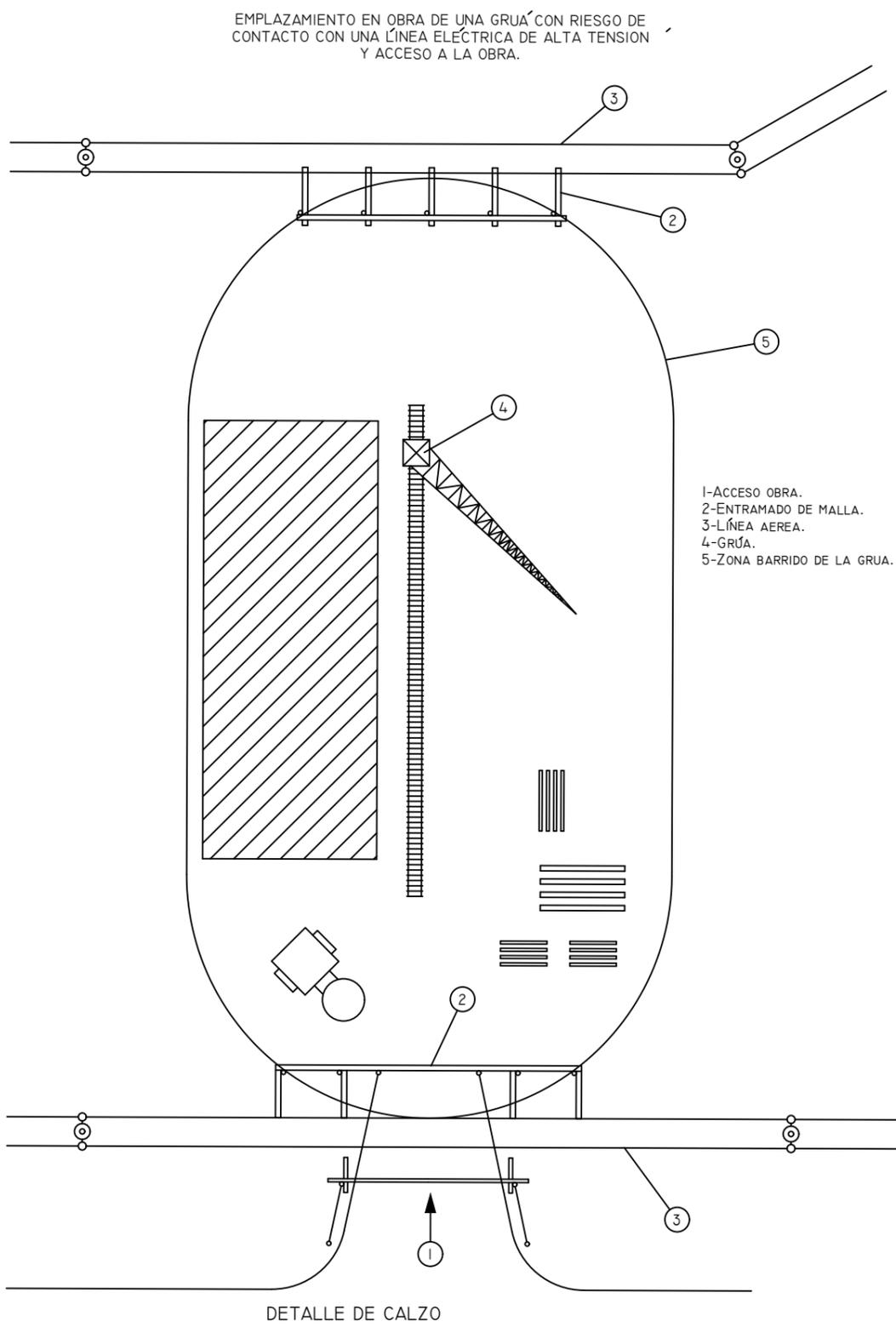
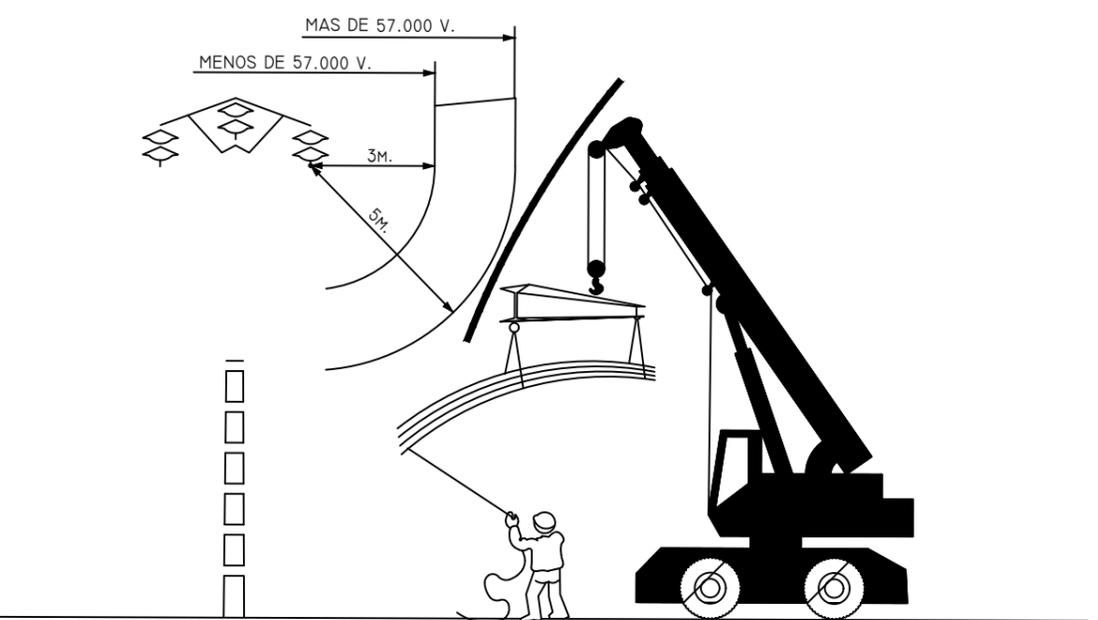
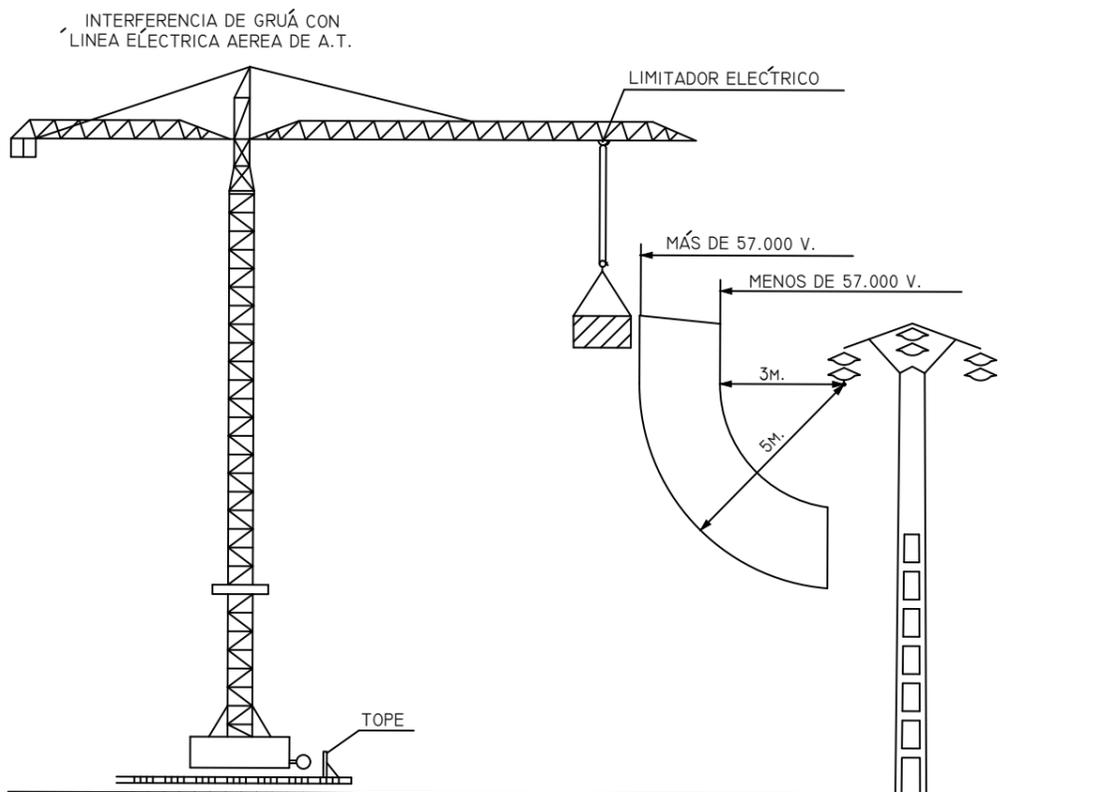
ESCALA
S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD
 PLANOS

HOJA: 23
 PLANO: 13
 OCTUBRE 2020

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 24 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

PROTECCION CRANEAL



CASCO DE SEGURIDAD
CON PANTALLA ANTIPROYECCIONES
VISOR ABATIBLE

PANTALLAS DE SEGURIDAD



PANTALLA DE ACETATO TRANSPARENTE,
CON ADAPTADOS A CASCO
VISOR ABATIBLE

BOTA PARA ELECTRICISTA



PUNTERA DE PLASTICO.
TRABAJOS PARA B.T. Y
MANIOBRAS EN B.T.

BOTAS IMPERMEABLES DE MEDIA CAÑA

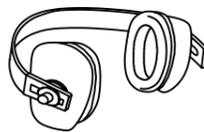


PIED ANTIDESLIZANTE, CON RESISTENCIA
A LA GRASA E HIDROCARBUROS

CASCOS PROTECTORES DEL RUIDO

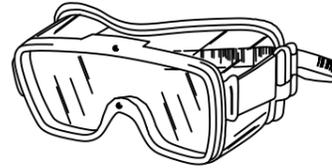


CLASE "A" ARNES EN LA CABEZA

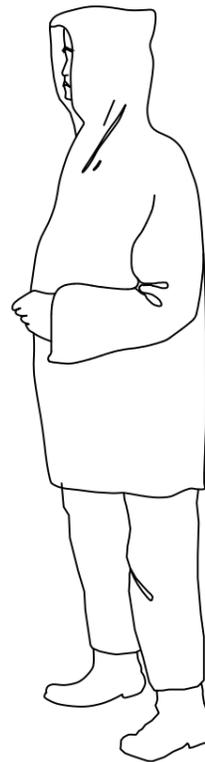


CLASE "B" ARNES EN LA NUCA

GAFAS CONTRA LOS IMPACTOS

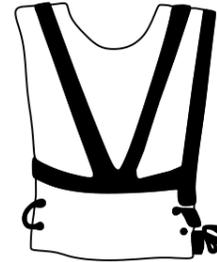


PRENDAS PARA LA LLUVIA

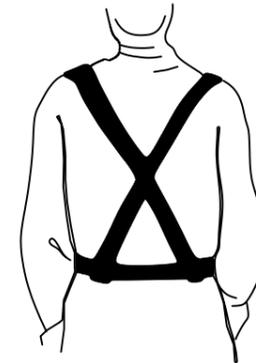


TRAJE IMPERMEABLE, COMPUESTO POR
CHAQUETA CON CAPUCHA, BOLSILLOS
DE SEGURIDAD Y PANTALON

PRENDAS DE SEÑALIZACIÓN PERSONAL



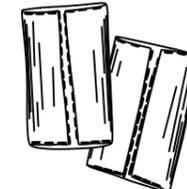
CHALECOS



CORREAJE

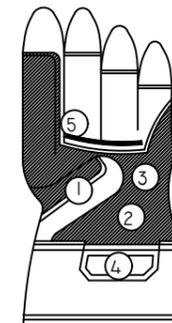
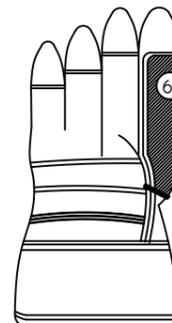


MANGUITOS



POLAINAS

GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA



- ① REFUERZO PROTECTOR DEL GUANTE
- ② PIEL DE CUERO SELECCIONADA
- ③ FORRO (PROPORCIONA CONFORT)
- ④ REFUERZO PROTECTOR DEL GUANTE
- ⑤ PIEL DE CUERO SELECCIONADA
- ⑥ FORRO (PROPORCIONA CONFORT)



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR:

AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA

S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

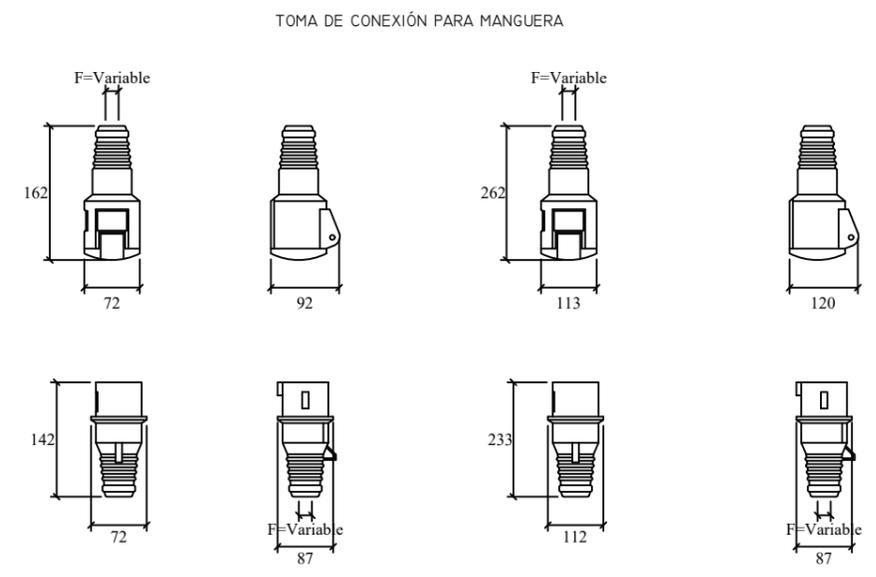
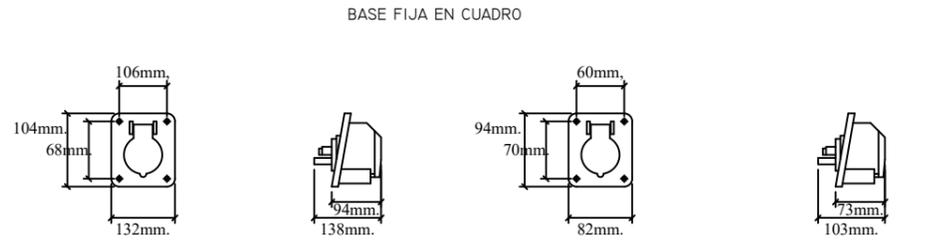
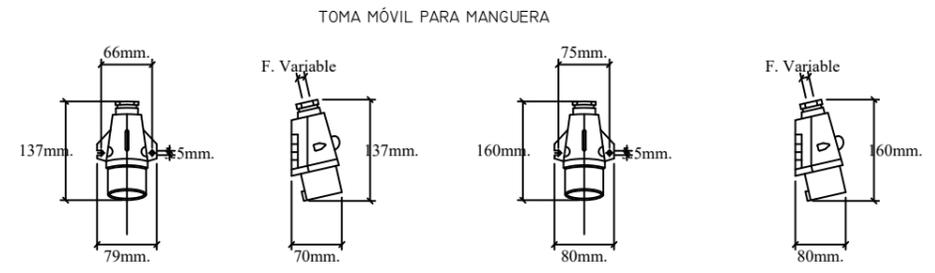
PLANOS

HOJA: 3

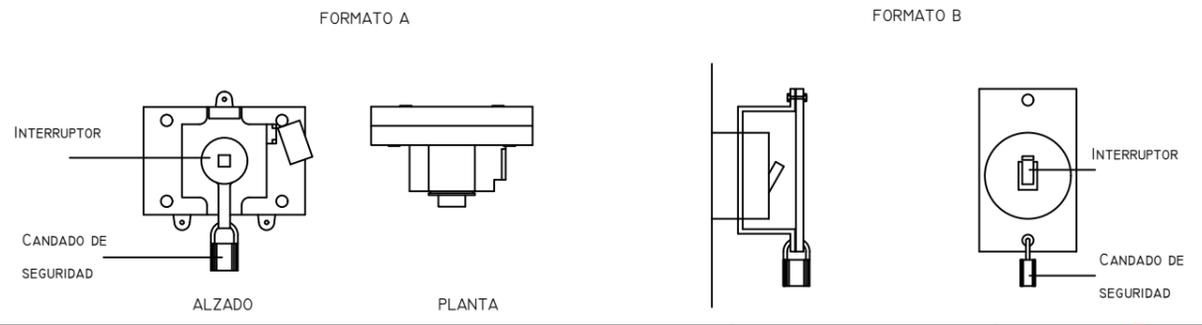
PLANO: 13

OCTUBRE 2020

TOMA CORRIENTES DE SEGURIDAD



ENCLAVAMIENTO DE SEGURIDAD PARA INTERRUPTOR



| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 25 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

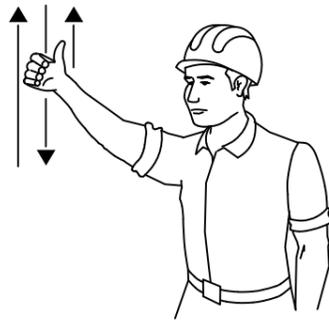
CODIGO DE SEÑALES DE MANIOBRAS

SI SE QUIERE QUE NO HAYA CONFUSIONES PELIGROSAS CUANDO EL MAQUINISTA O ENGANCHADOR CAMBIEN DE UNA MAQUINA A OTRA Y CON MAYOR RAZON DE UN TALLER A OTRO. ES NECESARIO QUE TODO EL MUNDO HABLE EL MISMO IDIOMA Y MANDE CON LAS MISMAS SEÑALES.
 NADA MEJOR PARA ELLO QUE SEGUIR LOS MOVIMIENTOS QUE PARA CADA OPERACION SE INSERTAN A CONTINUACION.

1 LEVANTAR LA CARGA



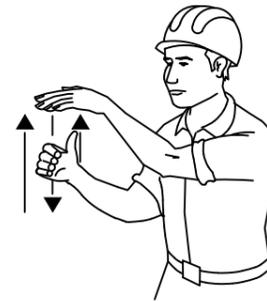
2 LEVANTAR EL AGUILON Ó PLUMA



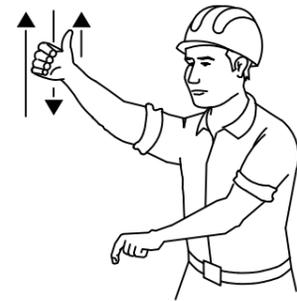
3 LEVANTAR LA CARGA LENTAMENTE



4 LEVANTAR EL AGUILON Ó PLUMA LENTAMENTE



5 LEVANTAR EL AGUILON Ó PLUMA Y BAJAR LA CARGA



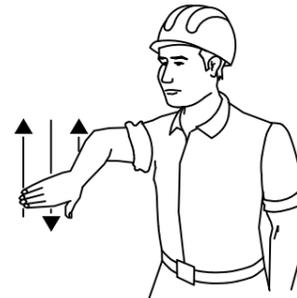
6 BAJAR LA CARGA



7 BAJAR LA CARGA LENTAMENTE



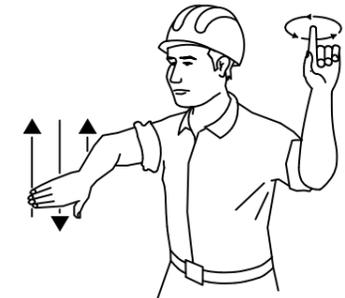
8 BAJAR EL AGUILON Ó PLUMA



9 BAJAR EL AGUILON Ó PLUMA LENTAMENTE



10 BAJAR EL AGUILON Ó PLUMA Y LEVANTAR LA CARGA



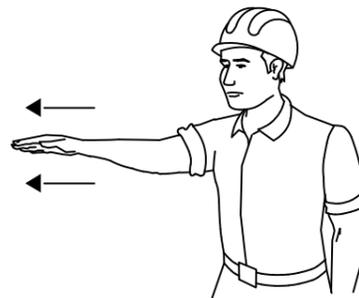
11 GIRAR EL AGUILON EN LA DIRECCION INDICADA POR EL DEDO



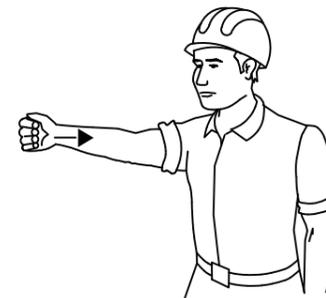
12 AVANZAR EN LA DIRECCION INDICADA POR EL SENALISTA



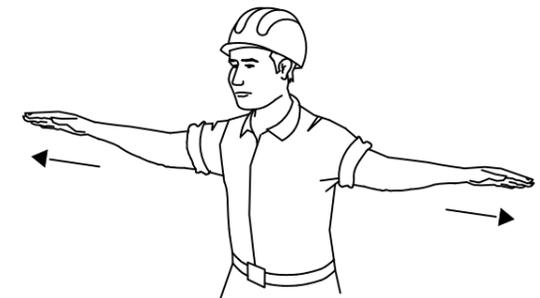
13 SACAR PLUMA



14 METER PLUMA



15 PARAR



Firma:



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR:
AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA
S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

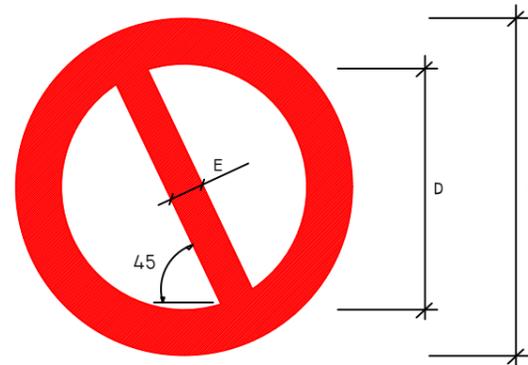
PLANOS

HOJA: 26

PLANO: 13

OCTUBRE 2020

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE PROHIBICION.



COLOR DE FONDO: BLANCO (*)
 BORDE Y BANDA TRANSVERSAL: ROJO (*)
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE I-115
 Y UNE 4-8-103

| DIMENSIONES (MM.) | | |
|-------------------|-----|----|
| D | D | E |
| 594 | 420 | 44 |
| 420 | 297 | 31 |
| 297 | 210 | 17 |
| 210 | 148 | 16 |
| 148 | 105 | 11 |
| 105 | 74 | 8 |

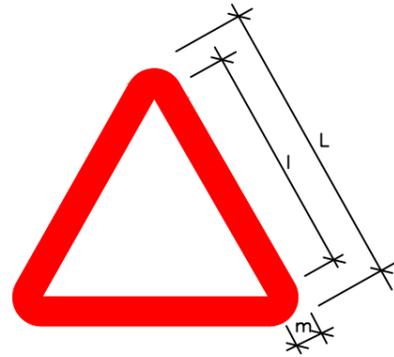
| SEÑAL | (1) | (1) | (2) | (1) | (3) | (3) |
|-------------------|----------------------|--|------------------------------|---------------------------------|-------------------|--|
| | | | | | | |
| Nº | B-I-1 | B-I-2 | B-I-3 | B-I-4 | B-I-5 | B-I-6 |
| REFERENCIA | PROHIBIDO FUMAR | PROHIBIDO HACER FUEGO Y LLAMAS NO PROTEGIDAS; PROHIBIDO FUMAR | PROHIBIDO EL PASO A PEATONES | PROHIBIDO APAGAR FUEGO CON AGUA | PROHIBIDO EL PASO | PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA |
| CONTENIDO GRAFICO | CIGARRILLO ENCENDIDO | CERILLA ENCENDIDA | PERSONA CAMINANDO | AGUA VERTIDA SOBRE FUEGO | PROHIBIDO EL PASO | PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA A LA OBRA |

NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85

| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|----------|--------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 27 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO



COLOR DE FONDO: AMARILLO (*)
 BORDE: NEGRO (*) (EN FORMA DE TRIANGULO)
 SIMBOLO O TEXTO: NEGRO (*)

(*): SEGUNDO COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE 1-115 Y UNE 48-103

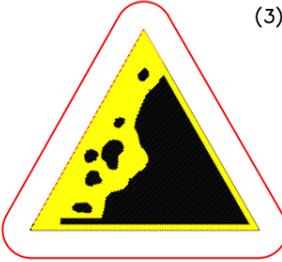
| DIMENSIONES (mm.) | | |
|-------------------|-----|----|
| L | l | m |
| 594 | 492 | 30 |
| 420 | 348 | 21 |
| 297 | 246 | 15 |
| 210 | 174 | 11 |
| 148 | 121 | 8 |
| 105 | 87 | 5 |

NOTAS:

(1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE 1-115-85

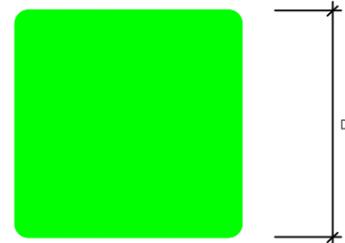
| | | | | | | |
|-------------------|---|--|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |  |  |
| Nº | B-3-1 | B-3-2 | B-3-3 | B-3-4 | B-3-5 | B-3-6 |
| REFERENCIA | PRECAUCION | PRECAUCION PELIGRO DE INCENDIO | PRECAUCION PELIGRO DE EXPLOSION | PRECAUCION PELIGRO DE CORROSION | PRECAUCION PELIGRO DE INTOXICACION | PRECAUCION PELIGRO DE SACUDIDA ELECTRICA |
| CONTENIDO GRAFICO | SIGNO DE ADMIRACION | LLAMA | BOMBA EXPLOSIVA | LIQUIDO QUE CAE GOTA A GOTA SOBRE UNA BARRA Y SOBRE UNA MANO | CALAVERA Y TIBIAS CRUZADAS | FLECHA QUEBRADA (SIMBOLO N 5036 DE LA PUBLICACION 417B DE LA CEI)(=UNE 20-557/1) |

| | | | | | | |
|-------------------|---|--|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |  |  |
| Nº | B-3-7 | B-3-8 | B-3-9 | B-3-10 | B-3-11 | |
| REFERENCIA | PELIGRO POR DESPRENDIMIENTO | PELIGRO POR MAQUINARIA PESADA EN MOVIMIENTO | PELIGRO POR CAIDAS AL MISMO NIVEL | PELIGRO POR CAIDAS A DISTINTO NIVEL | PELIGRO POR CAIDA DE OBJETOS | PELIGRO POR CARGAS SUSPENDIDAS |
| CONTENIDO GRAFICO | DESPRENDIMIENTO EN NOIRO | MAQUINA EXCAVADORA | CAIDA AL MISMO NIVEL | CAIDA A DISTINTO NIVEL | OBJETOS CAYENDO | CARGA SUSPENDIDA |

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

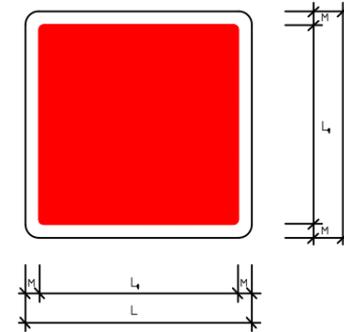
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

SEÑALES DE INFORMACION RELATIVAS A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.



COLOR DE FONDO: VERDE (*)
 SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)
 (*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE I-115
 Y UNE 48-103

SEÑALES DE SALVAMENTO, VIAS DE EVACUACION Y EQUIPOS DE ESTINCION.



COLOR DE FONDO: VERDE
 SIMBOLO O TEXTO: BLANCO
 REBORDE: BLANCO

| DIMENSIONES EN MM. | | |
|--------------------|----------------|----|
| L | L ₁ | M |
| 594 | 534 | 30 |
| 420 | 378 | 21 |
| 297 | 267 | 15 |
| 210 | 188 | 11 |
| 148 | 132 | 8 |
| 105 | 95 | 5 |

| SEÑAL | (1) | (1) | (3) | (3) |
|-------------------|-------------------|--|--------------------------------------|-----------------------------------|
| | | | | |
| Nº | B-4-1 | B-4-2 | B-4-3 | B-4-4 |
| REFERENCIA | PRIMEROS AUXILIOS | INDICACION GENERAL DE DIRECCION HACIA... | LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS | DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS |
| CONTENIDO GRAFICO | CRUZ GRIEGA | FLECHA DE DIRECCION | CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE LOCALIZACION | CRUZ GRIEGA Y FLECHA DE DIRECCION |

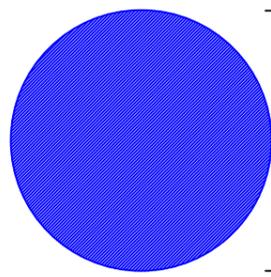
NOTAS:

- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85

| SEÑAL | (3) | (3) | (3) | (3) | (3) |
|-------------------|----------|---|------------------|--------------------|-----------------------|
| | | | | | |
| Nº | B-4-5 | B-4-6 | B-4-7 | B-4-8 | B-4-9 |
| REFERENCIA | EXTINTOR | TELEFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA | BOCA DE INCENDIO | PULSADOR DE ALARMA | ESCALERA DE INCENDIOS |
| CONTENIDO GRAFICO | EXTINTOR | TELEFONO | MANGUERA | PULSADOR | ESCALERA |

(3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85

FORMA, DIMENSIONES Y COLOR DE SEÑALES DE OBLIGACION



COLOR DE FONDO: AZUL (*)

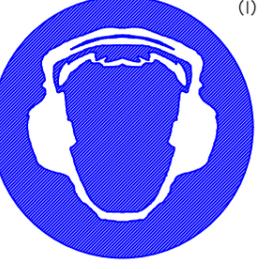
SIMBOLO O TEXTO: BLANCO (*)

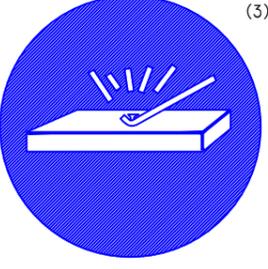
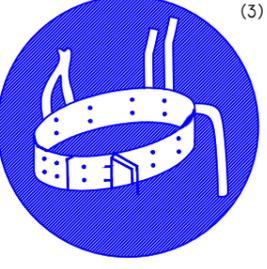
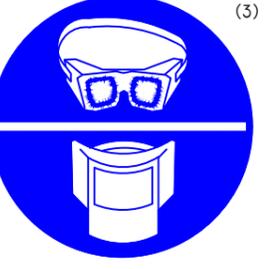
(*): SEGUN COORDENADAS CROMATICAS EN NORMAS UNE I-115 Y UNE 48-103

| DIMENSIONES (MM.) |
|-------------------|
| D |
| 594 |
| 420 |
| 297 |
| 210 |
| 148 |
| 105 |

NOTAS:

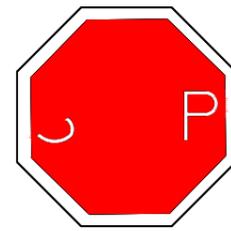
- (1) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 CON EJEMPLO GRAFICO
- (2) SEÑAL RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85 SIN EJEMPLO GRAFICO POR NO HABER SIDO AUN ADOPTADA INTERNACIONALMENTE
- (3) SEÑAL NO RECOGIDA EN LA NORMA UNE I-115-85

| | | | | | |
|-------------------|---|--|--|--|--|
| SEÑAL |  (1) |  (1) |  (2) |  (1) |  (1) |
| Nº | B-2-1 | B-2-2 | B-2-3 | B-2-4 | B-2-5 |
| REFERENCIA | OBLIGACION EN GENERAL | PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA | PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS | PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA | PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO |
| CONTENIDO GRAFICO | SIGNO DE ADMIRACION | CABEZA PROVISTA DE GAFAS PROTECTORAS | CABEZA PROVISTA DE UN APARATO RESPIRATORIO | CABEZA PROVISTA DE CASCO | CABEZA PROVISTA DE CASCOS AURICULARES |

| | | | | | |
|-------------------|--|---|---|---|---|
| SEÑAL |  (2) |  (2) |  (3) |  (3) |  (3) |
| Nº | B-2-6 | B-2-7 | B-2-8 | B-2-9 | B-2-10 |
| REFERENCIA | PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS | PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES | ELIMINACION OBLIGATORIA DE PUNTAS | USO OBLIGATORIO CINTURON DE SEGURIDAD | USO DE GAFAS O PANTALLAS |
| CONTENIDO GRAFICO | GUANTES DE PROTECCION | CALZADO DE SEGURIDAD | TABLON DEL QUE SE EXTRAE UNA PUNTA | CINTURON DE SEGURIDAD | GAFAS Y PANTALLA |



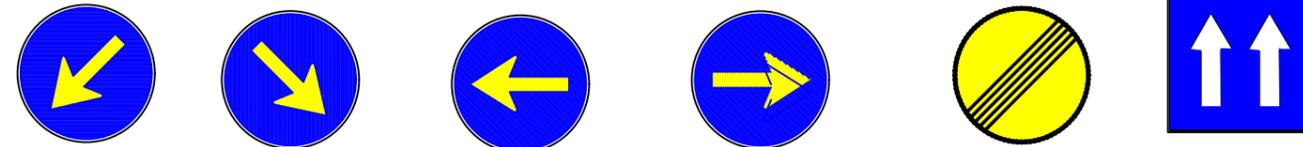
TP-17A TP-50 TP-25 TP-18 TP-17A TP-17B TP-3



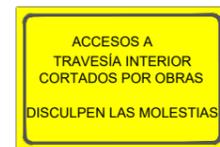
TM-3



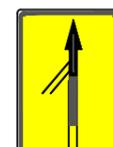
TR-305 TR-101 TR-303 TR-301 TR-301



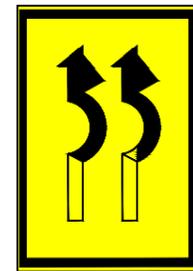
TR-401B TR-401A TR-400B TR-400A TR-500



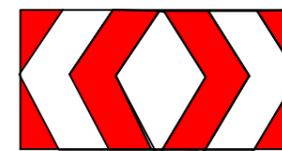
TS-860



TS-860



TB-1



TB-3



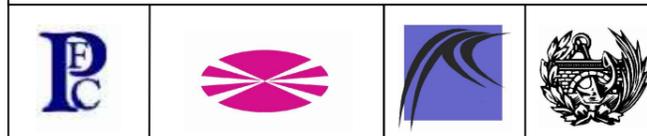
TL-1



TL-10



TL-11



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA: S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

HOJA: 31

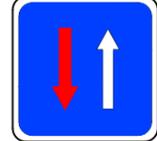
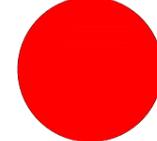
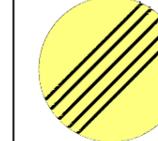
PLANO: 13

OCTUBRE 2020

SEÑALES DE PELIGRO

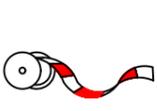
| | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |  |  |  |
| CLAVE | TP - 15 | TP - 15 A* | TP - 15 B* | TP - 18 | TP - 28 | TP - 30 | TP - 50 |
| DENOMINACIÓN | PERFIL IRREGULAR | RESALTO | BADÉN | OBRAS | PROYECCIÓN DE GRAVILLA | ESCALÓN LATERAL | OTROS PELIGROS |

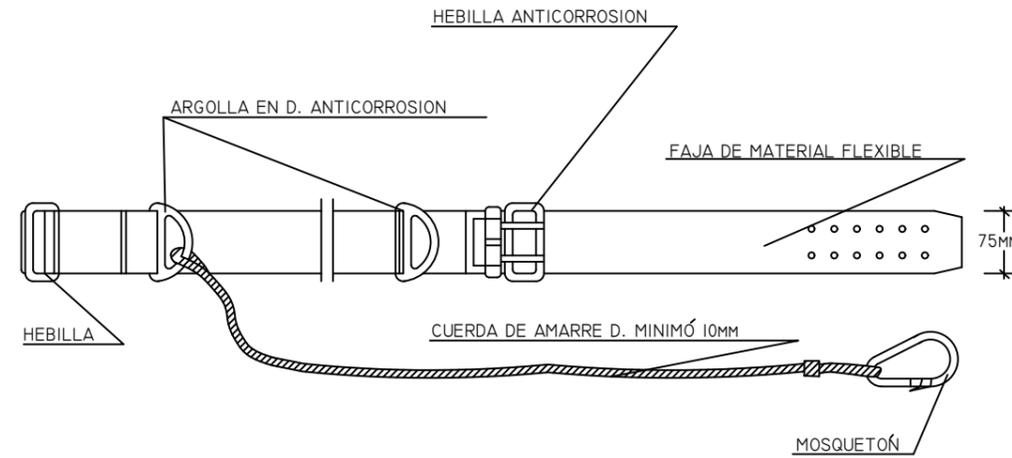
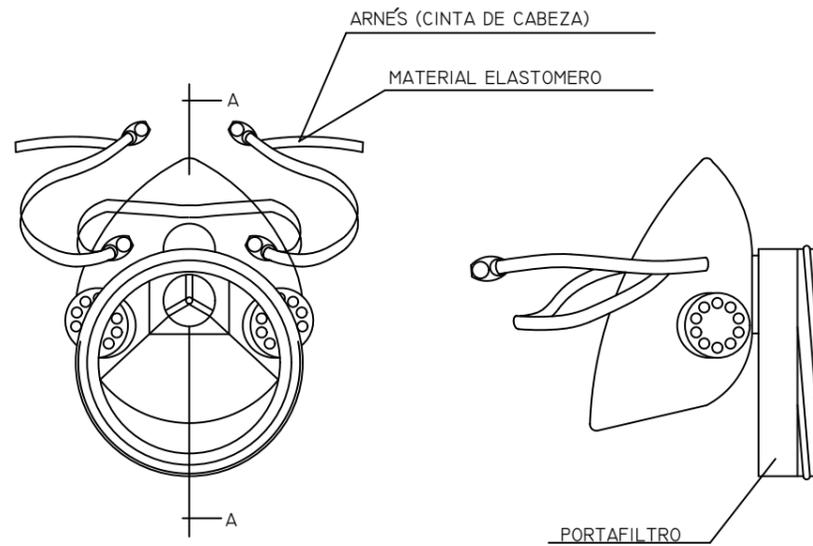
SEÑALES DE REGLAMENTACIÓN Y PRIORIDAD

| | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CLAVE | TR - 5 | TR - 6 | TR - 101 | TR - 301 | TR - 302 | TR - 303 | TR - 305 | TR - 500 |
| DENOMINACIÓN | PRIORIDAD AL SENTIDO CONTRARIO | PRIORIDAD RESPECTO AL SENTIDO CONTRARIO | ENTRADA PROHIBIDA | VELOCIDAD MÁXIMA | GIRO PROHIBIDO A LA DERECHA | GIRO PROHIBIDO A LA IZQUIERDA | PROHIBIDO EL ADELANTAMIENTO | FIN DE PROHIBICIONES |

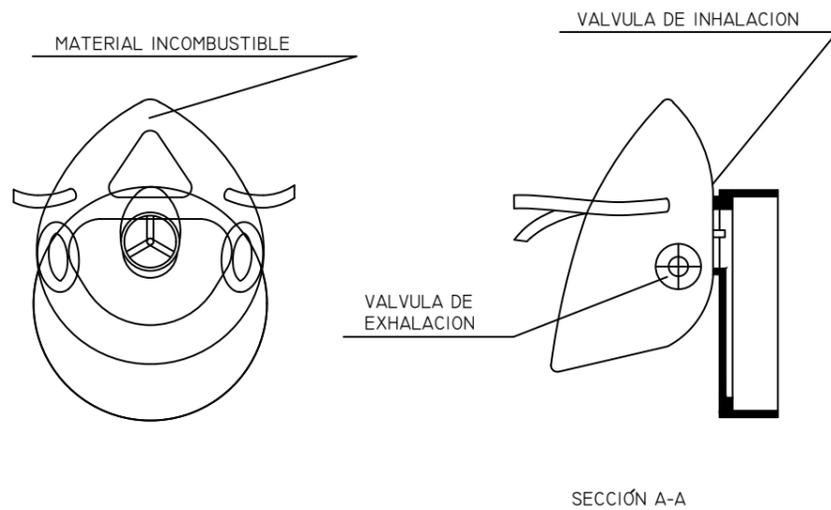
BALIZAMIENTO

| | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CLAVE | TB - 1 | TB - 5 | TB - 8 | TB - 9 | TB - 13 | TD - 1 | TL - 2 | TL - 8 |
| DENOMINACIÓN | PANEL DIRECCIONAL | PANEL DIRECCIONAL | BALIZA DE BORDE DERECHO | BALIZA DE BORDE IZQUIERDO | GUIRNALDA | BARRERA DE SEGURIDAD | LUZ ÁMBAR INTERMITENTE | CASCADA EN LÍNEA DE LUCES AMARILLAS |

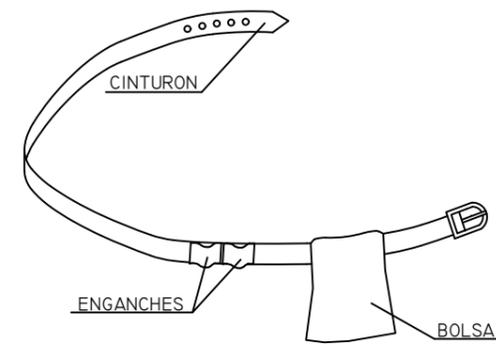
| | | | | |
|--------------|---|---|---|---|
| SEÑAL |  |  |  |  |
| CLAVE | TL - 11 | TM - 2 | TM - 3 | |
| DENOMINACIÓN | LUZ ROJA FIJA | DISCO AZUL DE PASO | DISCO DE STOP O PASO PROHIBIDO | CINTA DE BALIZAMIENTO |



CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE A. TIPO 2



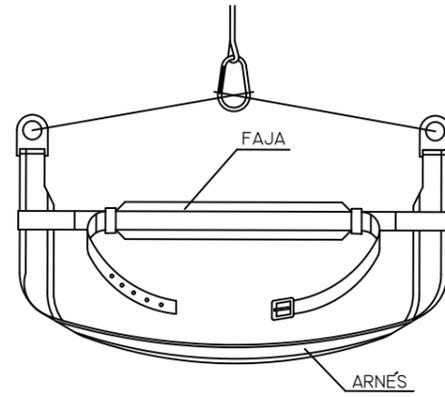
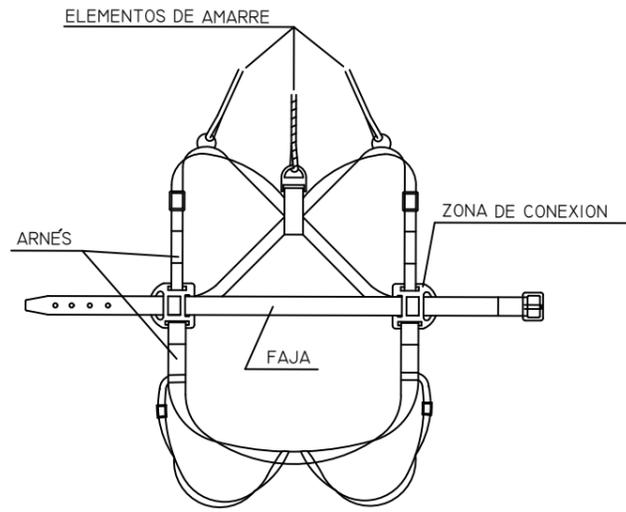
MASCARILLA ANTIPOLVO



1. PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
2. EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
3. NO EXIME DEL CINTURON DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO

PORTAHERRAMIENTAS

| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|---------|--------------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 4 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | | PLANOS | OCTUBRE 2020 |



Máscara de mano



Máscara fija



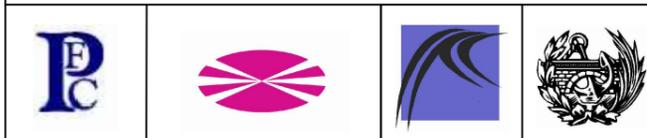
Guantes



Peto o pechera



Calzado para soldador



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)

AUTOR:
AARON RAMA MACEIRAS

FIRMA:

ESCALA

S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

HOJA: 5

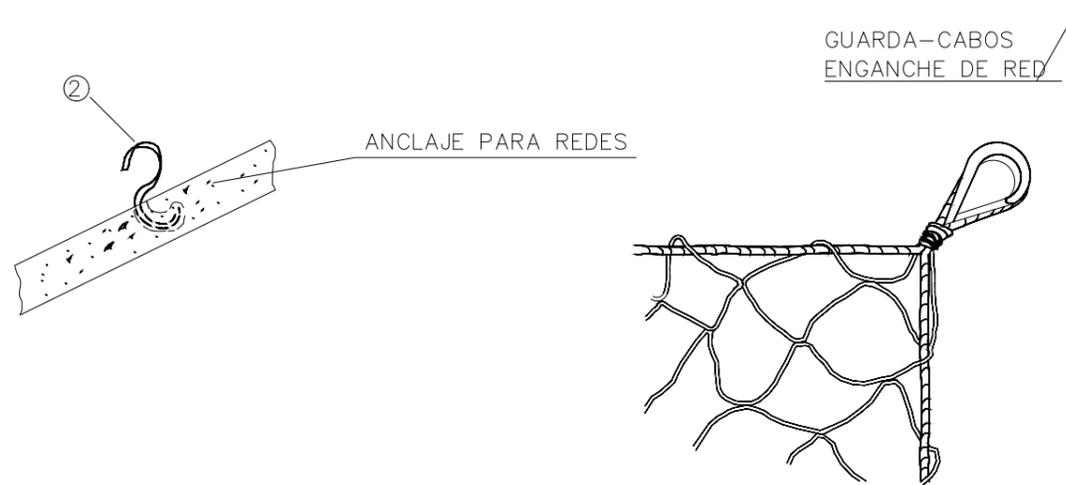
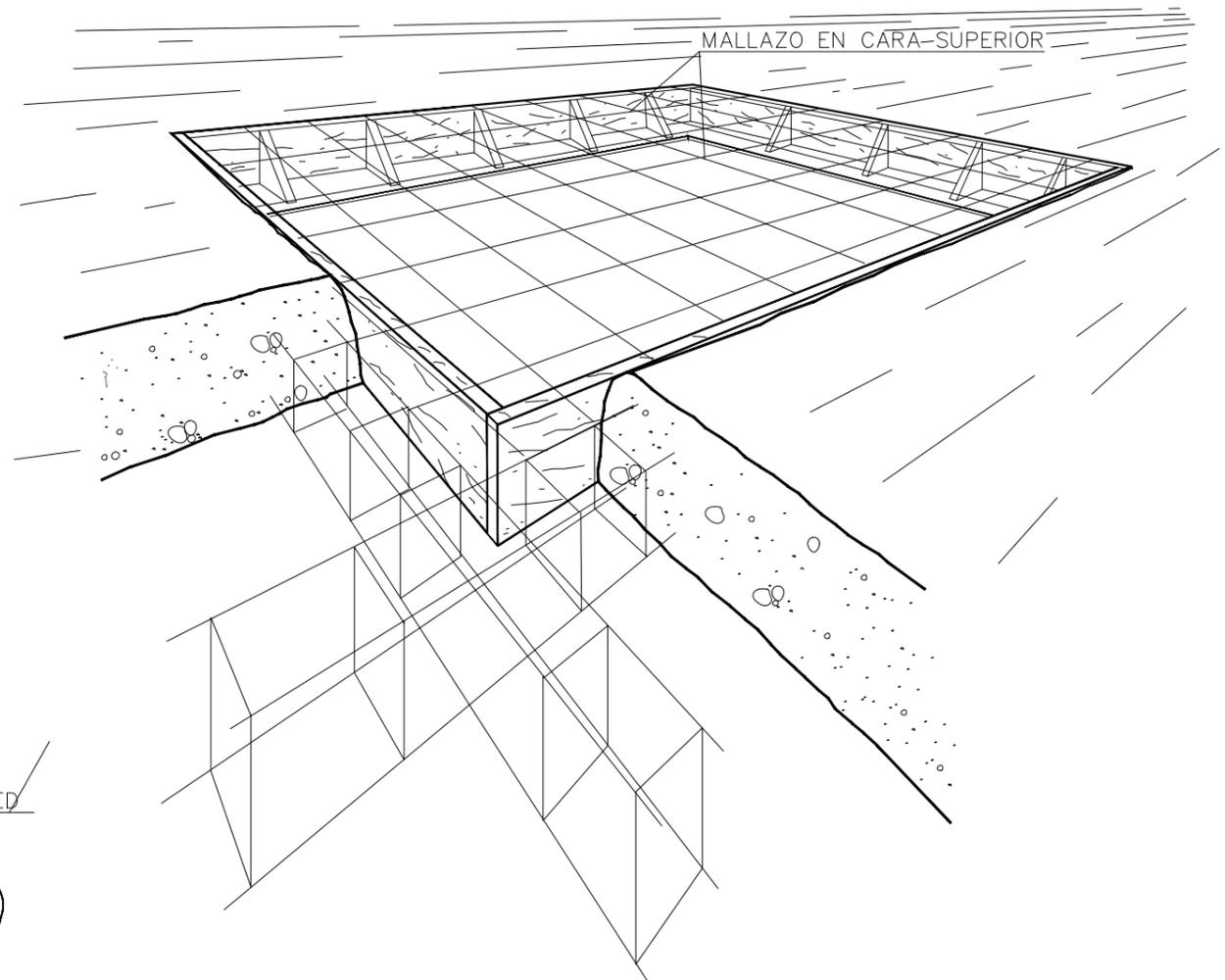
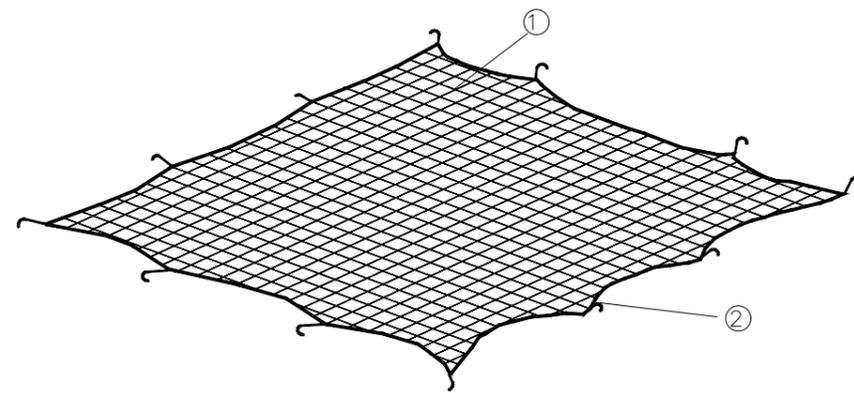
PLANO: 13

OCTUBRE 2020

PROTECCIÓN DE HUECOS HORIZONTALES

MEDIANTE MALLAZO METÁLICO

MEDIANTE RED DE PROTECCIÓN

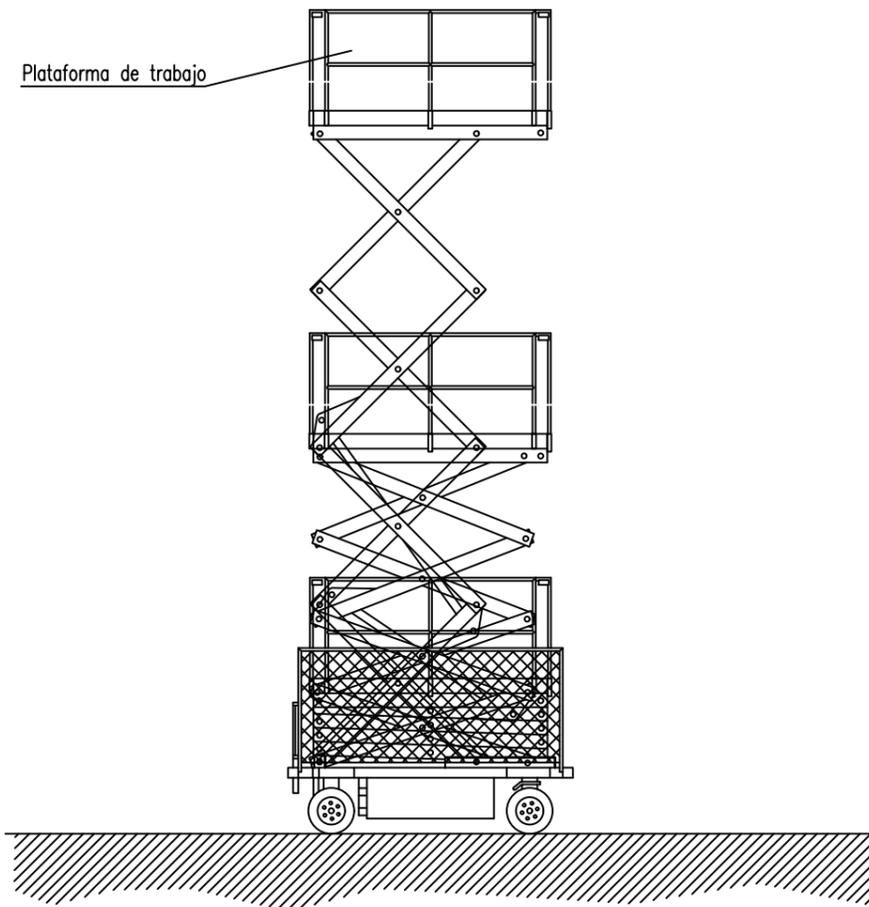


- ① Red de protección de hilo de 1 cm de diámetro y malla de 15x15 cm
- ② Ganchos incorporados al forjado al echar el hormigón

| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 6 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

ANDAMIO EUROPEO

PLATAFORMA ELEVADORA MÓVIL DE TIJERA



NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- Se prohibirá sobrepasar la carga máxima admisible.
 - El conductor tendrá el certificado de capacitación correspondiente.
 - La manipuladora telescópica tendrá al día el libro de mantenimiento.
 - No se trabajará en ningún caso con vientos superiores a los 50 Km./h.
- Medidas preventivas a seguir por el conductor.
- El encargado de seguridad o el encargado de obra, entregará por escrito el siguiente listado de medidas preventivas al conductor del camión grúa. De esta entrega quedará constancia con la firma del conductor al pié de este escrito.
 - Se mantendrá el vehículo alejado de terrenos inseguros.
 - No se tirará marcha atrás sin la ayuda de un señalizador, detrás pueden haber operarios.
 - Si se entra en contacto con una línea eléctrica, pedir auxilio con la bocina y esperar a recibir instrucciones, no tocar ninguna parte metálica del camión.
 - Antes de desplazarse asegurarse de la inmovilización del brazo de la plataforma.
 - No se intentará sobrepasar la carga máxima de la plataforma.
 - Se respetará en todo momento las indicaciones adheridas a la máquina, y hacer que las respeten el resto de personal.
 - Se evitará el contacto con el brazo telescópico en servicio, se pueden sufrir atrapamientos.
 - No se permitirá que el resto de personal manipule los mandos, ya que pueden provocar accidentes.
 - No se permitirá que se utilicen cables o soportes en mal estado, es muy peligroso.
 - Se asegurará que todos los ganchos tengan pestillo de seguridad.
 - Se utilizará siempre los elementos de seguridad indicados.



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

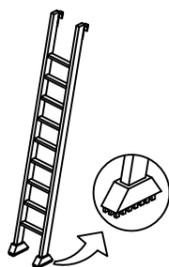
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

| | | | | | | |
|--|--|------------|--------|-----------------------------------|--------------|-----------|
| | PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO) | | ESCALA | APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD | HOJA: 7 | PLANO: 13 |
| | AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS | FIRMA: | S/E | PLANOS | OCTUBRE 2020 | |

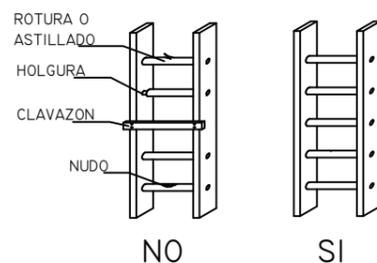
ASPECTOS GENERALES



NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.



EQUIPAR LAS ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.



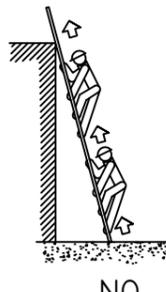
UTILIZACIÓN DE LAS ESCALERAS



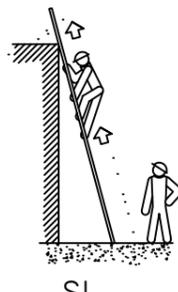
NO



SI

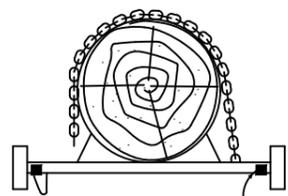
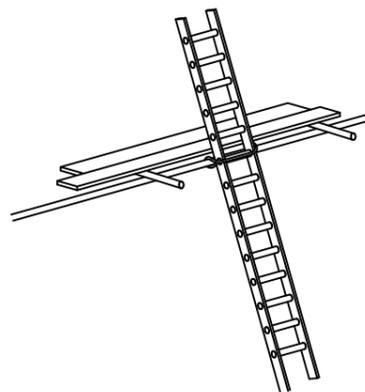


NO

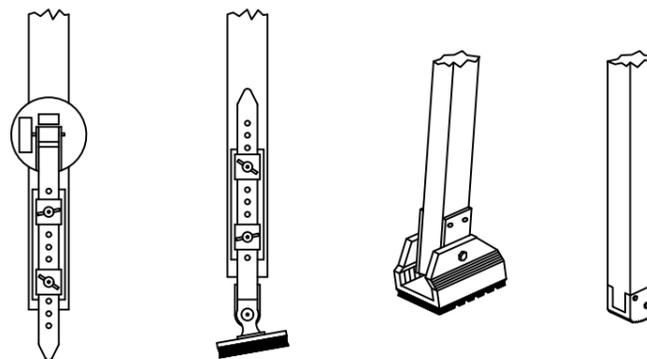


SI

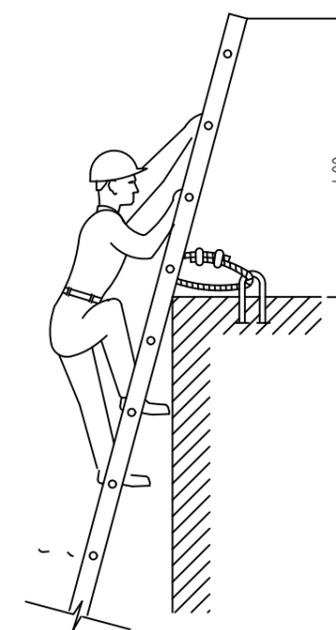
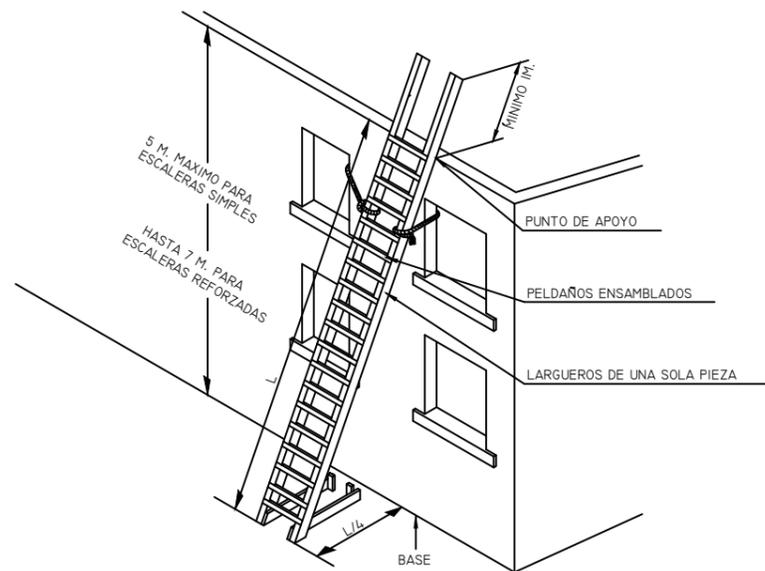
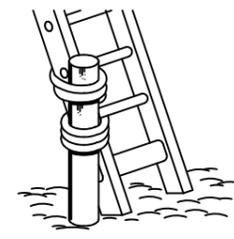
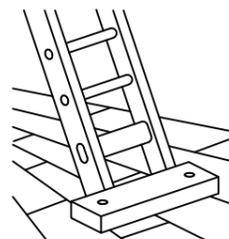
SUJECION EN LA PARTE SUPERIOR



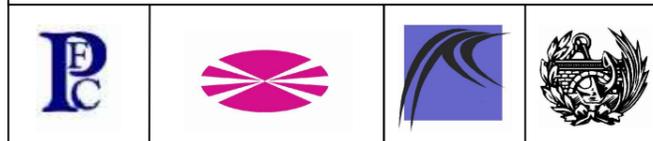
MECANISMOS ANTIDESLIZANTES



ESCALERAS DE MANO



AFIANZAMIENTO SOLIDO DE ESCALERAS DE MANO SOBREPASARAN AL MENOS 1 M. AL LUGAR DONDE SE QUIERE LLEGAR.



PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173(BASTIAGUEIRO)
 AUTOR: AARON RAMA MACEIRAS
 FIRMA:

ESCALA
 S/E

APÉNDICE 13.1 : SEGURIDAD Y SALUD
 PLANOS

HOJA: 8
 PLANO: 13
 OCTUBRE 2020

DOC. Nº3. PLIEGO
PRESCRIPCIONES TÉCNICAS
PARTICULARES (PPTP)

ÍNDICE:

1. OBJETO

2. CONDICIONES LEGALES

- 2.1 Normativa de Plicación
- 2.2 Obligaciones
- 2.3 Seguro de Responsabilidad Civil y Todo Riesgo de Construcción y Montaje

3. ONDICIONES FACULTATIVAS

- 3.1 Coordinador se Seguridad y Salud
- 3.2 Obligaciones en Relación con la Seguridad
- 3.3 Estudio Y Estudio Básico
- 3.4 Información y Formación
- 3.5 Accidente Laboral
 - 3.5.1 Actuaciones
 - 3.5.2 Comunicaciones
 - 3.5.3 Actuaciones Administrativas
- 3.6 Asistencia Médica
- 3.7 Aprobación y Certificaciones
- 3.8 Precios Contradictorios
- 3.9 Libro de Incidencias
- 3.10 Libro de Órdenes
- 3.11 Paralización de trabajos

4. CONDICIONES TÉCNICAS

- 4.1 Servicio de Higiene y Bienestar

4.2 Equipos de Protección Individual

4.3 Equipos de Protección Colectiva

4.4 Señalización

4.5 Útiles y Herramientas Portátiles

4.6 Maquinaria

4.7 Instalaciones Provisionales

4.8 Otras Reglamentaciones Aplicables

5. CONDICIONES ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

1. Objeto

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de Seguridad y Salud, es un documento contractual de este proyecto que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones del Contratista adjudicatario con respecto a este Estudio de Seguridad y Salud.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto.
- Fijar los niveles de calidad de los elementos de prevención.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Establecer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud, que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo ello con el objetivo global de conseguir la realización de esta obra, sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud, que no se reproducen por economía documental, pero que deben entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

2. Condiciones Legales

1.1 Normativa de Aplicación

La ejecución de la obra objeto del Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la Normativa de obligada aplicación que a continuación se cita. Esta relación de textos legales no es exclusiva ni excluyente respecto de otra Normativa específica que pudiera encontrarse en vigor.

- Estatuto de los Trabajadores. Real Decreto Legislativo 1/1995.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

Este Real Decreto define las obligaciones del Promotor, Proyectista, Contratista, Subcontratistas y Trabajadores Autónomos e introduce las figuras del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto y durante la ejecución de las obras.

Establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y del Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que tiene por objeto promover la Seguridad y la Salud de los trabajadores, mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo. El art. 36 de la Ley 50/1998 de acompañamiento a los presupuestos modifica los artículos. 45, 47, 48 y 49 de esta Ley.

Esta Ley establece los principios generales relativos a la prevención de los riesgos profesionales para la protección de la seguridad y salud, la eliminación o disminución de los riesgos derivados del trabajo, la información, la consulta, la participación equilibrada y la formación de los trabajadores en materia preventiva.

Para el cumplimiento de dichos fines, la presente Ley regula las actuaciones a desarrollar por las Administraciones Públicas, así como por los empresarios, los trabajadores y sus respectivas organizaciones representativas.

Se tendrá especial atención a:

- CAPÍTULO I: Objeto, ámbito de aplicaciones y definiciones.
- CAPÍTULO II: Derecho y obligaciones, con especial atención a:
 - * Art. 14. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales.
 - * Art. 15. Principios de la acción preventiva.
 - * Art. 16. Evaluación de los riesgos.
 - * Art. 17. Equipos de trabajo y medios de protección.
 - * Art. 18. Información, consulta y participación de los trabajadores.
 - * Art. 19. Formación de los trabajadores.
 - * Art. 20. Medidas de emergencia.

- * Art. 21. Riesgo grave e inminente.
- * Art. 22. Vigilancia de la salud.
- * Art. 23. Documentación.
- * Art. 24. Coordinación de actividades empresariales.
- * Art. 25. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.
- * Art. 29. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

- CAPÍTULO III: Servicios de prevención

- * Art. 30.- Protección y prevención de riesgos profesionales.
- * Art. 31.- Servicios de prevención.

- CAPÍTULO IV: Consulta y participación de los trabajadores.

- * Art. 33.- Consulta a los trabajadores.
- * Art. 34.- Derechos de participación y representación.
- * Art. 35.- Delegados de Prevención.
- * Art. 36.- Competencias y facultades de los Delegados de Prevención.
- * Art. 37.- Garantías y sigilo profesional de los Delegados de Prevención.
- * Art. 38.- Comité de Seguridad y Salud.
- * Art. 39.- Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud.
- * Art. 40.- Colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

- CAPÍTULO VII: Responsabilidades y sanciones.

- * Art. 42.- Responsabilidades y su compatibilidad.
- * Art. 43.-Requerimientos de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- * Art. 44.- Paralización de trabajos.
- * Art. 45.- Infracciones administrativas.
- * Art. 46.- Infracciones leves.
- *Art. 47.- Infracciones graves.
- * Art. 48.- Infracciones muy graves.
- * Art. 49.- Sanciones.
- * Art. 50.- Reincidencia.
- * Art. 51.- Prescripción de las infracciones.
- * Art. 52.- Competencias sancionadoras.
- * Art. 53.- Suspensión o cierre del centro de trabajo.
- * Art. 54.- Limitaciones a la facultad de contratar con la Administración.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, que desarrolla la ley anterior en su nueva óptica en torno a la planificación de la misma a partir de la evaluación inicial de los riesgos inherentes al trabajo y la consiguiente adopción de las medidas adecuadas a la naturaleza de los riesgos detectados.

La necesidad de que tales aspectos reciban tratamiento específico por la vía normativa adecuada aparece prevista en el Artículo 6 apartado 1, párrafos d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Especial atención al siguiente articulado del Real Decreto:

- CAPÍTULO I: Disposiciones Generales.
- CAPÍTULO II: Evaluación de los riesgos y planificación de la acción preventiva.
- CAPÍTULO III: Organización de recursos para las actividades preventivas.

- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorización para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.

En todo lo que no se oponga a la legislación anteriormente mencionada:

Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo (R.D. 1316/1989, de 27 de octubre).

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización en Seguridad y Salud en el trabajo. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (Anexo 1, Apdo. A, punto 9 sobre escaleras de mano) según Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre Anexo IV.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares para los trabajadores.

Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, sobre Certificado profesional de Prevencionistas de riesgos laborales.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización de Equipos de Protección Individual.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.

Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica sobre residuos tóxicos y peligrosos.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Instrucción 8.3-IC sobre balizamiento, defensa, limpieza y terminación de las obras fijas en vías fuera de poblado. (Orden de 31 de agosto de 1987).

Reglamento General de Normas Básicas de seguridad minera (R.D. 863/85, de 2 de abril), y el R.D. 150/96, de 2 de febrero por el que se modifica el artículo 109 de Reglamento General de Normas Básicas de seguridad minera.

Resolución de 1 de agosto de 2007, de la Dirección General de Trabajo, por la que se inscribe en el registro y se publica el IV Convenio Colectivo General de la Construcción, en todo lo referente a Seguridad y Salud en el trabajo. (BOE de 17 de agosto de 2007)

Convenio Colectivo de Trabajo para la actividad de “Edificación y Obra Pública” de la provincia de Lugo. (BOP de Lugo de 3 de marzo de 2011)

Resto de disposiciones técnicas ministeriales cuyo contenido o parte del mismo esté relacionado con la seguridad y salud.

Ordenanzas municipales que sean de aplicación.

2.1 Obligaciones

- El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre se ocupa de las obligaciones del Promotor, reflejadas en los Artículos 3 y 4; Contratista, en los Artículos 7, 11, 15 y 16; Subcontratistas, en el Artículo 11, 15 y 16; y Trabajadores Autónomos en el Artículo 12.

El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para que el Estudio de Seguridad y Salud quede incluido como documento integrante del Proyecto de Ejecución de Obra. Dicho Estudio de Seguridad y Salud será visado en el Colegio profesional correspondiente.

Asimismo se abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad y Salud. Si se implantasen elementos de seguridad no incluidos en el Presupuesto, durante la realización de la obra, éstos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. El Promotor vendrá obligado a abonar al Coordinador en materia

de seguridad y salud durante la ejecución de la obra los honorarios devengados en concepto de aprobación del Plan de Seguridad y Salud, así como los de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

- El Real Decreto 1627/1997 indica que cada contratista debe elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo. El Plan de Seguridad y Salud que analice, estudie, desarrolle y complemente el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Las propuestas de medidas alternativas de prevención incluirán la valoración económica de las mismas, que no podrán implicar disminución del importe total ni de los niveles de protección.

La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.

La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas o empleados.

Para aplicar los principios de la acción preventiva, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un Servicio de Prevención o concertará dicho servicio a una entidad especializada ajena a la Empresa.

La definición de estos Servicios así como la dependencia de determinar una de las opciones que hemos indicado para su desarrollo, está regulado en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/95 en sus artículos 30 y 31, así como en la Orden del 27 de junio de 1997 y Real Decreto 39/1997 de 17 de enero. El incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a las responsabilidades que están reguladas en el artículo 42 de dicha Ley.

El empresario deberá consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relacionadas en el Artículo 33 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

La obligación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos está regulada en el Artículo 29 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores estarán representados por los Delegados de Prevención ateniéndose a los Artículos 35 y 36 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

Se deberá constituir un Comité de Seguridad y Salud según se dispone en los Artículos 38 y 39 de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

CONDICIONES PARTICULARES

Comité de Seguridad y Salud:

Dado que el número de trabajadores no excede de 50, no es necesaria la constitución de un Comité de Seguridad y Salud en el trabajo, no obstante se recomienda su constitución conforme a lo dispuesto en el artículo 38 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las competencias y facultades que le reconoce el artículo 39.

Delegados de Prevención (Artículo 35 de la Ley 31/1995):

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones especiales en materia de prevención de riesgos en el trabajo.

Los Delegados de Prevención serán designados por y entre los representantes del personal, en el ámbito de los órganos de representación previstos en las normas a que se refiere el artículo 34 de esta Ley, con arreglo a la siguiente escala:

De 50 a 100 trabajadores 2 Delegados de Prevención.

De 101 a 500 trabajadores 3 Delegados de Prevención.

De 501 a 1.000 trabajadores 4 Delegados de Prevención.

De 1.001 a 2.000 trabajadores 5 Delegados de Prevención.

De 2.001 a 3.000 trabajadores 6 Delegados de Prevención.

De 3.001 a 4.000 trabajadores 7 Delegados de Prevención.

De 4.001 en adelante 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

A efectos de determinar el número de Delegados de Prevención se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- a) Los trabajadores vinculados por contratos de duración determinada superior a un año se computarán como trabajadores fijos de plantilla.
- b) Los contratados por término de hasta un año se computarán según el número de días trabajados en el período de un año anterior a la designación. Cada doscientos días trabajados o fracción se computarán como un trabajador más.

Competencias y facultades de los Delegados de Prevención (Artículo 36 de la Ley 31/1995):

- a) Colaborar con la dirección de la Empresa en la mejora de la acción preventiva.
- b) Promover y fomentar la cooperación a los trabajadores en la ejecución de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- c) Ser consultados por el empresario, con carácter previo a su ejecución, acerca de las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.
- d) Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Garantías y sigilo profesional de los Delegados de Prevención (Artículo 37 de la Ley 31/1995):

1. Lo previsto en el artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores en materia de garantías será de aplicación a los Delegados de Prevención en su condición de representantes de los trabajadores.

El tiempo utilizado por los Delegados de Prevención para el desempeño de las funciones previstas en esta Ley será considerado como de ejercicio de funciones de representación a efectos de la utilización del crédito de horas mensuales retribuidas previsto en la letra e) del citado artículo 68 del Estatuto de los Trabajadores.

No obstante lo anterior, será considerado en todo caso como tiempo de trabajo efectivo, sin imputación al citado crédito horario, el correspondiente a las reuniones del Comité de Seguridad y Salud y a cualesquiera otras convocadas por el empresario en materia de prevención de riesgos, así como el destinado a las visitas previstas en las letras a) y c) del número 2 del artículo anterior.

2. El empresario deberá proporcionar a los Delegados de Prevención los medios y la formación en materia preventiva que resulten necesarios para el ejercicio de sus funciones. La formación se deberá facilitar por el empresario por sus propios medios o mediante concierto con organismos o entidades especializadas en la materia y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos, repitiéndose periódicamente si fuera necesario.

El tiempo dedicado a la formación será considerado como tiempo de trabajo a todos los efectos y su coste no podrá recaer en ningún caso sobre los Delegados de Prevención.

Servicios de Prevención (Artículos 30 y 31 de la Ley 31/1995). Nombramiento por parte del empresario de los trabajadores que se ocupen de las tareas de prevención de riesgos profesionales.

Protección y prevención de riesgos profesionales (Artículo 30 de la Ley 31/1995).

1. En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

2. Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están

expuestos los trabajadores y su distribución en la misma, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

Los trabajadores a que se refiere el párrafo anterior colaborarán entre sí y, en su caso, con los servicios de prevención.

3. Para la realización de la actividad de prevención, el empresario deberá facilitar a los trabajadores designados el acceso a la información y documentación a que se refieren los artículos 18 y 23 de la presente Ley.

4. Los trabajadores designados no podrán sufrir ningún perjuicio derivado de sus actividades de protección y prevención de los riesgos profesionales en la empresa. En el ejercicio de esta función, dichos trabajadores gozarán, en particular, de las garantías que para los representantes de los trabajadores establecen las letras a), b) y c) del artículo 68 y el apartado 4 del artículo 56 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. Esta garantía alcanzará también a los trabajadores integrantes del servicio de prevención, cuando la empresa decida constituirlo de acuerdo con lo dispuesto en el artículo siguiente.

Los trabajadores a que se refieren los párrafos anteriores deberán guardar sigilo profesional sobre la información relativa a la empresa a la que tuvieron acceso como consecuencia del desempeño de sus funciones.

5. En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas en el apartado 1, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga la capacidad necesaria, en función de los riesgos a que estén expuestos los trabajadores y la peligrosidad de las actividades, con el alcance que se determine en las disposiciones a que se refiere la letra e) del apartado 1 del artículo 6 de la presente Ley.

6. El empresario que no hubiere concertado el Servicio de prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa, en los términos que reglamentariamente se determinen.

Servicios de Prevención (Artículo 31, Apartado 3 de la Ley 31/1995).

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.

b) La evaluación de los factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.

c) La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.

d) La información y formación de los trabajadores.

e) La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.

f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

2.3 Seguro de Responsabilidad Civil y Todo Riesgo de Construcción y Montaje

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura de responsabilidad civil profesional; asimismo el contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a personas de las que debe responder; se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El Contratista viene obligado a la contratación de su cargo en la modalidad de todo riesgo a la construcción durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación de un período de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

3. Condiciones Facultativas

3.1. Coordinador de Seguridad y Salud

Esta figura de la seguridad y salud fue creada mediante los Artículos 3, 4, 5 y 6 de la Directiva 92/57 C.E.E: "Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse a las obras de construcciones temporales o móviles". El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre transpone a nuestro Derecho Nacional esta normativa incluyendo en su ámbito de aplicación cualquier obra pública o privada en la que se realicen trabajos de construcción o ingeniería civil.

- En el Artículo 3 del Real Decreto 1627/1997 se regula la figura de los Coordinadores en materia de seguridad y salud.
- El artículo 8 del Real Decreto 1627/1997 refleja los principios generales aplicables al proyecto de obra.

3.2 Obligaciones en Relación con la Seguridad

La Empresa contratista con la ayuda de colaboradores, deberá cumplir y hacer cumplir las obligaciones de Seguridad y Salud, y que son de señalar las siguientes:

- a) Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente.
- b) Transmitir las consideraciones en materia de seguridad y prevención a todos los trabajadores propios, a las empresas subcontratistas y los trabajadores autónomos de la obra, y hacerla cumplir con las condiciones expresadas en los documentos de la Memoria y Pliego.
- c) Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual especificados en la Memoria, para que puedan utilizarse de forma inmediata y eficaz.

d) Montar a su debido tiempo todas las protecciones colectivas establecidas, mantenerlas en buen estado, cambiarlas de posición y retirarlas solo cuando no sea necesaria.

e) Montar a tiempo las instalaciones provisionales para los trabajadores, mantenerlas en buen estado de confort y limpieza, hacer las reposiciones de material fungible y la retirada definitiva. Estas instalaciones podrán ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de si son trabajadores propios, subcontratistas o autónomos.

f) Establecer un riguroso control y seguimiento en obra de aquellos trabajadores menores de 18 años.

g) Observar una vigilancia especial con aquellas mujeres embarazadas que trabajen en obra.

h) Cumplir lo expresado en el apartado actuaciones en caso de accidente laboral.

i) Informar inmediatamente a la Dirección de Obra de los accidentes, tal como se indica en el apartado comunicaciones en caso de accidente laboral.

j) Disponer en la obra de un acopio suficiente de todos los artículos de prevención nombrados en la Memoria y en las condiciones expresadas en la misma.

k) Establecer los itinerarios de tránsito de mercancías y señalizarlos debidamente.

l) Colaborar con la Dirección de Obra para encontrar la solución técnico-preventiva de los posibles imprevistos del Proyecto o bien sea motivados por los cambios de ejecución o bien debidos a causas climatológicas adversas, y decididos sobre la marcha durante las obras.

3.3 Estudio y Estudio Básico

Los Artículos 5 y 6 del Real Decreto 1627/1997 regulan el contenido mínimo de los documentos que forman parte de dichos estudios, así como por quién deben de ser elaborados.

3.4 Información y Formación

La Empresa contratista queda obligada a transmitir las informaciones necesarias a todo el personal que intervenga en la obra, con el objetivo de que todos los trabajadores de la misma tengan un conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a adoptar en determinadas maniobras, y del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Independientemente de la información de tipo convencional que reciban los trabajadores, la Empresa les transmitirá la información específica necesaria, mediante cursos de formación que tendrán los siguientes objetivos:

- Conocer los contenidos preventivos del Plan de Seguridad y Salud.
- Comprender y aceptar su aplicación.
- Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

3.5 Accidente Laboral

3.5.1 Actuaciones

Actuaciones a seguir en caso de accidente laboral:

El accidente laboral debe ser identificado como un fracaso de la prevención de riesgos. Estos fracasos pueden ser debidos a multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control, por estar influidas de manera importante por el factor humano.

En caso de accidente laboral se actuará de la siguiente manera:

- a.- El accidentado es lo más importante y por tanto se le atenderá inmediatamente para evitar la progresión o empeoramiento de las lesiones.
- b.- En las caídas a diferente nivel se inmovilizará al accidentado.
- c.- En los accidentes eléctricos, se extremará la atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales de reanimación hasta la llegada de la ambulancia.

- d.- Se evitará, siempre que la gravedad del accidentado lo permita según el buen criterio de las personas que le atienden, el traslado con transportes particulares por la incomodidad y riesgo que implica.

3.5.2 Comunicaciones

Comunicaciones en caso de accidente laboral:

a) Accidente leve.

- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

b) Accidente grave.

- Al Coordinador de seguridad y salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

c) Accidente mortal.

- Al Juzgado de Guardia.
- Al Coordinador de Seguridad y Salud.
- A la Dirección de Obra, para investigar las causas y adoptar las medidas correctoras adecuadas.
- A la Autoridad Laboral según la legislación vigente.

3.5.3 Actuaciones Administrativas

Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral:

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- a) Accidente sin baja laboral: Se redactará la hoja oficial de accidentes de trabajo sin baja médica, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- b) Accidente con baja laboral: Se redactará un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará a la entidad gestora o colaboradora dentro del Plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- c) Accidente grave, muy grave o mortal: Se comunicará a la Autoridad Laboral, por teléfono o fax, dentro del Plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del accidente.

3.6 Asistencia Médica

En un lugar visible de la obra se tendrá un listado actualizado de los servicios de emergencia de la zona, con las direcciones de los centros médicos u hospitales más cercanos. Este listado se difundirá a todos los encargados o capataces.

3.7 Aprobación y Certificaciones

El Coordinador en materia de seguridad y salud o la Dirección Facultativa en su caso, serán los encargados de revisar y aprobar las certificaciones correspondientes al Plan de Seguridad y Salud y serán presentadas a la Propiedad para su abono.

Una vez al mes la Constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad y Salud se hubiesen realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan de Seguridad y Salud y de acuerdo con los precios contratados por la Propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este

requisito no podrá ser abonada por la propiedad. El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del apartado de seguridad, sólo las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

3.8 Precios Contradictorios

En el supuesto de aparición de riesgos no evaluados previamente en el Estudio o Plan de Seguridad y Salud que precisaran medidas de prevención con precios contradictorios, para su puesta en la obra, deberán previamente ser autorizados por parte del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la Dirección Facultativa en su caso.

3.9 Libro de Incidencias

El Artículo 13 del Real Decreto 1627/97 regula las funciones de este documento. Dicho libro será habilitado y facilitado al efecto por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud o en su caso del Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Las anotaciones en el libro de incidencias podrán ser efectuadas por la Dirección Facultativa de la obra, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Las anotaciones estarán, únicamente relacionadas con el control y seguimiento y especialmente con la inobservancia de las medidas, instrucciones y recomendaciones preventivas recogidas en los Planes de Seguridad y Salud respectivos.

Una vez hecha una anotación en el libro de incidencias, la hoja deberá ser presentada en la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, por la Dirección Facultativa en el plazo de veinticuatro horas desde la fecha de la anotación.

3.10 Libro Órdenes

Las órdenes de Seguridad y Salud se recibirán de la Dirección de Obra, a través de la utilización del Libro de Órdenes y Asistencias de la obra. Las anotaciones aquí expuestas, tienen categoría de órdenes o comentarios necesarios para la ejecución de la obra.

3.11 Paralización de Trabajos

Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la Dirección Facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al Contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando éste exista de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 13, apartado 1º del Real Decreto 1627/1997, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

En el supuesto previsto anteriormente, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

4. Condiciones Técnicas

4.1 Servicios de Higiene y Bienestar

La Empresa pondrá una caseta a pie de obra que dispondrá de lo siguiente:

a) Vestuarios dotados con percheros, sillas y calefacción.

b) Servicios higiénicos dotados de lavamanos, ducha con agua caliente y fría, inodoro, espejos y calefacción.

c) Comedor que dispondrá de mesa, sillas, calentador de comidas y recipientes para basuras, aunque debido a la proximidad de restaurantes en los alrededores, se aconsejará al trabajador por motivos de comodidad y relajación, que el personal de la obra que coma en restaurantes.

Bien entendido que estarán en número suficiente y que excepto el comedor, que podrá ser compartido por hombres y mujeres, los demás servicios deberán estar separados. Estas instalaciones estarán en funcionamiento antes de empezar la obra.

Para la limpieza y conservación de las instalaciones se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria. Se prevé la colocación en la obra de contenedores para recogida de las basuras y desperdicios que periódicamente se llevarán a un basurero controlado.

La conexión de estas casetas de obra al servicio eléctrico se realizará al iniciar la obra, pero antes que se realice la oportuna conexión del servicio eléctrico de la misma, se conseguirá mediante la puesta en funcionamiento de un grupo electrógeno generador trifásico, accionado por un motor de gasoil.

La conexión del servicio de agua potable y saneamiento, se realizará a la red municipal.

4.2 Equipos de Protección Individual

El Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, establece en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos laborales, en sus Artículos 5, 6 y 7, las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización por los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los equipos de protección individual (EPI's).

Los EPI's deberán utilizarse cuando existen riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

El Anexo III del Real Decreto 773/1997 relaciona una -Lista indicativa y no exhaustiva de actividades y sectores de actividades que pueden requerir la utilización de equipos de protección individual-.

El Anexo I del Real Decreto 773/1997 detalla una -Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual-.

En el Anexo IV del Real Decreto 773/1997 se relaciona las -Indicaciones no exhaustivas para la evaluación de equipos de protección individual-.

El Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, establece las condiciones mínimas que deben cumplir los equipos de protección individual (EPI's), el procedimiento mediante el cual el Organismo de Control comprueba y certifica que el modelo tipo de EPI cumple las exigencias esenciales de seguridad requeridas en este Real Decreto, y el control por el fabricante de los EPI's fabricados, todo ello en los Capítulos II, V y VI de este Real Decreto. El Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, modifica algunos artículos del Real Decreto 1407/1992.

Respecto a los medios de protección individual que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán de cumplir las siguientes condiciones:

A) Las protecciones individuales deberán estar homologadas.

Tendrán la marca CE.

Si no existe en el mercado un determinado equipo de protección individual que tenga la marca CE, se admitirán los siguientes supuestos:

a) Que tenga la homologación MT.

b) Que tenga una homologación equivalente, de cualquiera de los Estados Miembros de la Unión Europea.

c) Si no existe la homologación descrita en el punto anterior, será admitida una homologación equivalente existente en los Estados Unidos de Norte América.

De no cumplirse en cadena, ninguno de los tres supuestos anteriores, se entenderá que el equipo de protección individual está expresamente prohibido para su uso en esta obra.

B) Los equipos de protección individual que cumplan las indicaciones del apartado anterior, tienen autorizado su uso durante el periodo de vigencia.

C) De entre los equipos autorizados, se utilizarán los más cómodos y operativos, con la finalidad de evitar las negativas a su uso por parte de los trabajadores.

D) Se investigaran los abandonos de los equipos de protección, con la finalidad de razonar con el usuario y hacer que se den cuenta de la importancia que realmente tienen para ellos.

E) Cualquier equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto, será sustituido inmediatamente, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio así como el Nombre de la Empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

F) Una vez los equipos hayan llegado a su fecha de caducidad se dejarán en un acopio ordenado, que será revisado por la Dirección de obra para que autorice su eliminación de la obra.

4.3 Equipos de Protección Colectiva

El Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, en su Anexo IV regula las disposiciones mínimas de seguridad y salud que deberán aplicarse en las obras, dentro de tres apartados.

- Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras.
- Disposiciones mínimas específicas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

- Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

Los medios de protección colectiva que se utilizarán para la prevención de los riesgos detectados, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

A) La protección colectiva ha sido diseñada en función de la tipología concreta de la obra, teniendo una atención especial a la señalización.

B) Las protecciones colectivas de esta obra, estarán disponibles para su uso inmediato antes de la fecha decidida para su montaje, según lo previsto en el plan de ejecución de la obra.

C) Las protecciones colectivas serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida.

D) Las protecciones colectivas serán instaladas previamente antes de iniciar cualquier trabajo que requiera su montaje. Queda prohibido el comienzo de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada completamente dentro del ámbito del riesgo que neutraliza o elimina.

E) Para el montaje de las protecciones colectivas, se tendrá en cuenta las directrices de la Dirección de obra.

F) Se desmontará inmediatamente, toda protección colectiva que se esté utilizando, en la que se observen deterioramientos con disminución efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema.

G) Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista en este Plan de Seguridad y Salud. De todas formas, se adoptarán las medidas apropiadas en cada caso con el visto bueno de la Dirección de obra.

H) Las protecciones colectivas proyectadas en estos trabajos, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores de la obra. Es decir, trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratadas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos, visitas de los técnicos de la dirección de obra o de la propiedad y visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diferentes causas.

I) La empresa contratista realizará el montaje, mantenimiento y retirada de la protección colectiva por sus medios o mediante subcontratación, respondiendo delante de la Dirección de obra, según las cláusulas penalizadoras del contrato de adjudicación de obra y del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del Proyecto.

J) El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este Plan de Seguridad y Salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de un riesgo idéntico.

K) En caso de accidente a alguna persona por el fallo de las protecciones colectivas, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin retardo, a la Dirección de obra.

L) La Empresa contratista mantendrá en la posición de uso previsto y montadas, las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación pertinente del fallo, con la asistencia expresa de la Dirección.

Las protecciones colectivas requieren de una vigilancia en su mantenimiento que garantice la idoneidad de su funcionamiento para el fin que fueron instaladas. Esta tarea debe de ser realizada por el Delegado de Prevención, apartado -d-, artículo 36 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, quien revisará la situación de estos elementos con la periodicidad que se determine en cada caso y que como pauta general se indica a continuación.

Elementos de redes y protecciones exteriores, en general, barandillas, antepechos, etc. (semanalmente).

Elementos de andamiaje, apoyos, anclajes, arriostramientos, plataformas, etc. (semanalmente).

Estado del cable de las grúas torre independientemente de la revisión diaria del gruista (semanalmente).

Instalación provisional de electricidad, situación de cuadros auxiliares de plantas, cuadros secundarios, clavijas, etc. (semanalmente).

Extintores, almacén de medios de protección personal, botiquín, etc. (mensualmente).

Limpieza de dotaciones de las casetas de servicios higiénicos, vestuarios, etc. (semanalmente).

Condiciones Particulares

-Plataformas de trabajo:

Tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m de altura estarán dotadas de barandilla.

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral de la plataforma de trabajo se hará preferentemente mediante barandillas con una resistencia de al menos 150 kg/ml. Tendrán como mínimo 90 cm. de altura estando construidas con tubos metálicos y dispondrán de listón intermedio horizontal y rodapié de 15 cm de altura.

Deberán mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

-Redes perimetrales.

Cuando no sea posible colocar vallas la protección del riesgo de caída hará mediante la utilización de redes sobre pescantes tipo horca.

Las mallas que conformen las redes serán de poliamida trenzada en rombo de 0,5 mm y malla de 7 cm. Llevarán cuerda perimetral de cerco anudada a la malla y para realizar los empalmes, así como para el arriostamiento de los tramos de malla a las pértigas, y será mayor de 8 mm.

Los tramos de malla se coserán entre ellos con el mismo tipo de cuerda de poliamida y nunca con alambres o cable, de forma que no dejen huecos.

El extremo inferior de la red se anclará a horquillas de acero embebidas en el forjado cada 50 cm., mediante cuerda de poliamida de las mismas características.

Se protegerá el desencofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los tableros o forjados.

-Encofrados continuos.

La empresa constructora deberá por medio del Plan de Seguridad, justificar la elección de un determinado tipo de encofrado continuo entre la oferta comercial existente. Cumplirán lo dispuesto en el apartado 11 de la parte C del anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

-Cables de sujeción de cinturón de seguridad y anclajes.

Tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.

AARÓN RAMA MACEIRAS

50

-Escaleras de mano.

Serán metálicas y deberán ir provistas de zapatas antideslizantes. Se colocarán de modo que su longitud supere en 1 m el apoyo superior.

-Topes de desplazamiento de vehículos.

Para evitar el riesgo de caída a zanjas y pozos abiertos se utilizarán topes fabricados con un par de tabloncillos embridados por medio de redondos al mismo, o de otra forma eficaz.

-Pórticos limitadores de gálibo.

Para evitar el riesgo de contactos con líneas eléctricas aéreas se dispondrán pórticos con un dintel debidamente señalizado.

-Extintores.

Serán de polvo polivalente, revisándose periódicamente (al menos cada 6 meses).

4.4 Señalización de Trabajo

-Señalización de riesgos en el trabajo.

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997 que desarrolle los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de Noviembre de 1.995 de prevención de riesgos laborales.

-Señalización vial.

Esta señalización cumplirá con el Código de Circulación y la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

-Características técnicas.

Se utilizarán señales nuevas y normalizadas según la Instrucción de Carreteras 8.3-IC.

-Montaje de las señales.

Se ha de tener en cuenta tanto el riesgo de ser atropellado por los vehículos que circulen por la zona de las obras como el riesgo de caer desde una determinada altura mientras se instala una señal.

Se tendrá siempre presente, que normalmente la señalización vial se monta y desmonta con la zona de las obras abierta al tráfico rodado, y que los conductores que no saben que se encontrarán con esta actividad circulen confiadamente, por tanto es una operación crítica con un alto riesgo tanto para a los operarios que trabajen como para a los usuarios de la vía que se pueden ver sorprendidos inesperadamente.

La colocación de la señalización se hará de modo que se trabaje protegido por la misma, comenzando desde el punto inicial de la restricción. La retirada se hará comenzando por el final.

Protecciones durante la colocación de la señalización.

Los operarios que realicen este trabajo, tendrán que ir equipados con el siguiente material:

- a) Ropa de trabajo con franjas reflectantes.
- b) Guantes preferiblemente de cuero.
- c) Botas de seguridad.
- d) Casco de seguridad.

4.5 Útiles y Herramientas Portátiles

La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 9 de marzo de 1971 regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 94 a 99.

El Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

4.5 Maquinaria

La Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de 9 de marzo de 1971, regula las características y condiciones de estos elementos en sus artículos 100 a 124.

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención de los mismos, Real Decreto 2291/1985, de 8 de noviembre (Grúas torre).

Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria "MIE-AEM-2" del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.

Instrucción Técnica Complementaria ITC-MIE-AEM-3 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a carretillas automotoras aprobada por Orden de 26 de mayo de 1989.

Condiciones Particulares

Todas las máquinas dispondrán de alarma acústica de marcha atrás.

Las máquinas que estén trabajando en las proximidades de la carretera contarán con rotativo luminoso de aviso permanentemente encendido.

4.7 Instalaciones Provisionales

Se atenderán a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, en su Anexo IV.

El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Orden de 9 de marzo de 1971.

-Instalación eléctrica.

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y norma UNE 21.027. Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1000 voltios.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrostático y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60 °C.

Los conductores de la instalación se identifican por los colores de su aislamiento, a saber:

Azul claro: Para el conductor neutro.

Amarillo/verde: Para el conductor de tierra y protección.

Marrón/negro/gris: Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobre intensidades (sobrecarga y cortocircuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalaron en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

-Los aparatos a utilizar son los siguientes:

Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omipolar, con curva térmica de corte.

La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de cortocircuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementaron con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles.

Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

Artículos 71 a 82: Prevención y Extinción de incendios.

Artículo 43: Instalaciones Sanitarias de Urgencia.

-Instalaciones provisionales para los trabajadores.

Tal como se ha indicado en el apartado 4.1, la empresa contratista pondrá una caseta a pié de obra que dispondrá de vestuario, servicios higiénicos y comedor

4.8 Otras Reglamentaciones Aplicables

Será de aplicación cualquier normativa técnica con contenidos que afecten a la prevención de riesgos laborales.

Entre otras serán también de aplicación:

-Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

-Real Decreto 230/1998, de 16 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de explosivos.

-Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

-Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

-Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

-Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

-Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE APQ-1, MIE APQ-2, MIE APQ-3, MIE APQ-4, MIE APQ-5, MIE APQ-6 y MIE APQ-7.

-Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples.

-Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal.

5. Condiciones Económico-Administrativas

Una vez al mes, la Constructora extenderá la valoración de las partidas que en materia de seguridad se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme el Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de la obra.

Se tendrá en cuenta a la hora de redactar el presupuesto del Estudio o Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad y Salud, haciendo omisión de medios auxiliares sin los cuales la obra no se podría realizar.

En caso de ejecutar en la obra unidades no previstas en el presupuesto del Plan, se definirán total y correctamente las mismas, y se les adjudicará el precio correspondiente, procediéndose para su abono tal como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios el Contratista comunicará esta proposición a la propiedad por escrito, procediéndose seguidamente a lo estipulado en el apartado 2.6 de las Condiciones de Índole Facultativo.

DOC. Nº4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE:

1. MEDICIONES
2. CUADRO DE PRECIOS 1
3. CUADRO DE PRECIOS 2
4. PRESUPUESTO
5. RESÚMEN PRESUPUESTO

| SUBCAPÍTULO 1.2 E.P.I.'s PARA EL CUERPO | | | 17SYS | Ud | CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS | |
|---|----|--------------------------------------|-------|----|--|------|
| 10SYS | Ud | MONO DE TRABAJO | | | . Cinturón portaherramientas, homologado CE. | |
| | | | | | | 5,00 |
| 11SYS | Ud | IMPERMEABLE | 5,00 | | | |
| | | | | | . Impermeable de trabajo, homologado CE. | |
| 12SYS | Ud | MANDIL SOLDADOR SERRAJE | 5,00 | | | |
| | | | | | . Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE. | |
| 13SYS | Ud | PETO REFLECTANTE BUT./AMAR | 5,00 | | | |
| | | | | | . Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE. | |
| 14SYS | Ud | ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL | 5,00 | | | |
| | | | | | . Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE. | |
| 15SYS | Ud | ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS | 5,00 | | | |
| | | | | | . Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE. | |
| 16SYS | Ud | FAJA ELÁSTICA SOBRESFUERZOS | 5,00 | | | |
| | | | | | . Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE. | |
| | | | 5,00 | | | |

SUBCAPÍTULO 1.3 E.P.I.'s PARA MANOS Y BRAZOS

| | | | |
|--------------|-----------|---|------|
| 19SYS | Ud | PAR GUANTES LATEX INDUSTRIAL . Par de guantes de latex industrial naranja, homologado CE. | |
| | | | 5,00 |
| 20SYS | Ud | PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO . Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE. | |
| | | | 5,00 |
| 21SYS | Ud | PAR GUANTES LATEX ANTICORTE . Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE. | |
| | | | 5,00 |
| 22SYS | Ud | PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM. . Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE. | |
| | | | 5,00 |
| 23SYS | Ud | PAR GUANTES AISLANTES . Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE. | |
| | | | 5,00 |
| 24SYS | Ud | MANO PARA PUNTERO . Protector de mano para puntero, homologado CE. | |
| | | | 5,00 |

SUBCAPÍTULO 1.4 E.P.I.'s PARA PIES Y PIERNAS

| | | | |
|--------------|-----------|---|------|
| 25SYS | Ud | PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD . Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE. | |
| | | | 5,00 |
| 26SYS | Ud | PAR BOTAS SEGUR. PUNT. PIEL . Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE. | |
| | | | 5,00 |
| 27SYS | Ud | PAR BOTAS AISLANTES . Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE. | |
| | | | 5,00 |
| 28SYS | Ud | PAR POLAINAS SOLDADOR . Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE. | |
| | | | 5,00 |
| 29SYS | Ud | PAR RODILLERAS DE CAUCHO . Par de rodilleras de caucho, homologadas CE. | |
| | | | 5,00 |

CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS
SUBCAPÍTULO 05.2.1 PROTECCIONES HORIZONTALES

| | | | |
|----------------|-----------|--|-------|
| 30SYS | M2 | RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS | |
| | | . Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado. | |
| | | | 10,00 |
| 31SYS | M2 | TAPA PROVIS. MADERA S/HUECOS | |
| | | . Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablonces de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | |
| | | | 5,00 |
| 32SYS | Ud | PASARELA MONTAJE ELEMENTOS VARIOS | |
| | | . Pasarela para ejecución elementos varios, realizada mediante tablonces de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | |
| | | | 2,00 |
| E09.076 | m | PASARELA PARA PASO ZANJAS | |
| | | . PASARELA PARA PASO EN ZANJAS. | |
| | | 2 | 2,00 |
| | | | 2,00 |
| E09.075 | Ud | CONO DE BALIZAMIENTO | |
| | | . CONO DE BALIZAMIENTO. | |
| | | 30 | 30,00 |
| | | | 30,00 |
| | | | 2,00 |

SUBCAPÍTULO 05.2.2 PROTECCIONES VERTICALES

| | | | |
|--------------|-----------|---|-------|
| 33SYS | MI | RED SEGUG. PERÍMETRO TRA. ALT. 1ª PUES. | |
| | | . Red de seguridad en perímetro para trabajos en altura de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. de 10 m. de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m. de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta. | |
| | | | 50,00 |
| 34SYS | MI | BARANDILLA ESC. TIPO SARGTO. TABL. | |
| | | . Barandilla de escalera con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de losas de escaleras, incluso colocación y desmontaje. | |
| | | | 45,00 |
| 36SYS | MI | ENREJADO METÁLICO PREFABRICADO | |
| | | . Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte. | |
| | | | 50,00 |

SUBCAPÍTULO 05.2.3 PROTECCIONES VARIAS

43SYS

Ud

EXTINTOR NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B

. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado.

| | | | | | | | |
|-------|----|--|-------|-------|----|---|------|
| 37SYS | MI | CABLE DE SEGUR. PARA ANCL. CINT. | | 43SYS | Ud | EXTINTOR NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B | |
| | | . Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad. | | | | . Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado. | |
| | | | 10,00 | | | | 2,00 |
| 39SYS | MI | PROT. H. CRUCE DE LÍNEAS CONDUCT. | | | | | |
| | | . Protección horizontal enterrada, realizada con tubería de fibrocemento D=80 mm. para cruce de líneas de conducción en pasos, incluso apertura de zanja a mano y posterior tapado. | | | | | |
| | | | 10,00 | | | | |
| 40SYS | Ud | FUNDAS TERMORETRACTILES A. HUM. | | | | | |
| | | . Fundas termoretractiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas. | | | | | |
| | | | 5,00 | | | | |
| 41SYS | Ud | CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. | | | | | |
| | | . Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado. | | | | | |
| | | | 1,00 | | | | |
| 42SYS | Ud | EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B | | | | | |
| | | . Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR. | | | | | |
| | | | 6,00 | | | | |

CAPÍTULO 3 SEÑALIZACIÓN
SUBCAPÍTULO 05.3.1 SEÑALES

44SYS Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE
 . Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

2,00

45SYS Ud SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE
 . Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

4,00

46SYS Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE
 . Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

4,00

47SYS Ud SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE
 . Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

4,00

48SYS Ud CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE
 . Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.

2,00

49SYS Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO
 . Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

2,00

50SYS Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO
 . Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

2,00

51SYS Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CINTURÓN
 . Cartel indicativo de uso obligatorio de cinturón ó arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

1,00

52SYS Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS
 . Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

2,00

53SYS Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM.
 . Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

1,00

SUBCAPÍTULO 05.3.2 VALLAS Y ACOTAMIENTOS

| | | | |
|--------------|-----------|--|-------|
| 54SYS | Ud | VALLA DE OBRA CON TRÍPODE . Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos) | 4,00 |
| 55SYS | Ud | VALLA CONTENCIÓN PEATONES . Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos) | 4,00 |
| 56SYS | MI | VALLA METÁLICA MÓVIL . Valla metálica galvanizada en caliente, en paños de 3,50x1,90 m., colocada sobre soportes de hormigón (5 usos). | 4,00 |
| 57SYS | MI | VALLA COLGANTE SEÑALIZACIÓN . Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado. | 10,00 |
| 58SYS | MI | CINTA DE BALIZAMIENTO R/B . Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado. | 10,00 |
| 59SYS | MI | BANDEROLA SEÑALIZACIÓN CON POSTE . Banderola de señalización colgante de plástico en colores rojo y blanco reflectantes, con soporte metálico de 0,80 m. (un uso). | 10,00 |
| | | | 25,00 |

| | | | |
|--------------|-----------|---|-------|
| 60SYS | Ud | BOYAS INTERMITENTES C/CÉLULA . Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos) | 10,00 |
| 61SYS | MI | MARQUESI. SOP. MET. Y PLAT. MADERA . Marquesina de protección de 1.20ml. de anchura formada por soportes metálicos de tubo de 40x40 de 3ml. de altura separados cada 1,50ml. y correas perimetrales para apoyo del material de cubrición i/plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07m. totalmente montada, incluso desmontaje. como base y plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07 m. totalmente montada, incluso desmontaje. | 6,00 |
| 62SYS | MI | P. VOLADA SOP. MET. Y TAB. CUBIERTA . Plataforma volada de 0.60ml. de anchura formada por soportes metálicos de 3 m. de largo en la base y tablonos de 0,20x0,07 m. con una longitud de 1,20ml, sujetos mediante puntales telescópicos cada 2ml. de longitud, montaje y desmontaje para trabajos en cubierta | 4,00 |

CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
SUBCAPÍTULO 05.4.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES

| | | | |
|--------------|-----------|---|------|
| 63SYS | Ud | ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA . Acometida provisional de electricidad a casetas de obra. | 1,00 |
| 64SYS | Ud | ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA . Acometida provisional de fontanería a casetas de obra. | 1,00 |
| 65SYS | Ud | ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA . Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra. | 1,00 |

SUBCAPÍTULO 05.4.2 ALQUILER CASETAS PREFABRICADAS PARA OBRA

| | | | |
|--------------|-----------|---|------|
| 66SYS | Ud | ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO . Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. | 1,00 |
|--------------|-----------|---|------|

| | | | |
|--------------|-----------|--|------|
| 68SYS | Ud | A. A/2INOD, 3 DUCH., 4 LAV., TERMO . Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático. | 1,00 |
| 69SYS | Ud | ALQUILER CASETA PREFA. ALMACEN . Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V. | 1,00 |

| SUBCAPÍTULO 05.4.3. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO CASETAS | | |
|---|-----------|---|
| 70SYS | Ud | TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL . Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada. (10 usos) |
| | | 30,00 |
| 71SYS | Ud | BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS . Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metalicos, colocado. (10 usos) |
| | | 5,00 |
| 72SYS | Ud | JABONERA INDUSTRIAL . Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada. (10 usos) |
| | | 2,00 |
| 73SYS | Ud | ESPEJO PARA VESTUARIOS Y ASEOS . Espejo de 80x40 cm. en vestuarios y aseos, colocado (un uso). |
| | | 2,00 |
| 74SYS | Ud | PORTARROLLOS INDUS. C/CERRADURA . Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado. (10 usos) |
| | | 2,00 |
| 75SYS | Ud | CALIENTA COMIDAS . Calienta comidas, colocado. |
| | | 2,00 |
| 76SYS | Ud | MESA MELAMINA 10 PERSONAS . Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada. (10 usos) |
| | | 3,00 |
| 77SYS | Ud | DEPÓSITO DE BASURAS DE 800 L. . Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado. (10 usos) |
| | | 1,00 |

| CAPÍTULO 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS | | |
|--|-----------|---|
| 78SYS | Ud | RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. . Reconocimiento médico obligatorio. |
| | | 30,00 |
| 79SYS | Ud | BOTIQUIN DE OBRA . Botiquín de obra instalado. |
| | | 2,00 |
| 80SYS | Ud | REPOSICIÓN DE BOTIQUIN . Reposición de material de botiquín de obra. |
| | | 4,00 |
| 81SYS | Ud | CAMILLA PORTATIL EVACUACIONES . Camilla portátil para evacuaciones, colocada. (20 usos) |
| | | 2,00 |

CAPÍTULO 6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD

| | | | |
|--------------|-----------|--|-------|
| 82SYS | Hr | COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE | |
| | | . Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes. | |
| | | | 10,00 |
| 83SYS | Hr | FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE | |
| | | . Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. | |
| | | | 10,00 |
| 84SYS | Hr | EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. | |
| | | . Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante. | |
| | | | 10,00 |
| 85SYS | Ud | LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA | |
| | | . Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas. | |
| | | | 8,00 |
| 86SYS | Hr | CUADRILLA EN REPOSICIONES | |
| | | . Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/medios auxiliares. | |
| | | | 10,00 |

2. Cuadro de Precios 1

CAPÍTULO 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES
SUBCAPÍTULO 1.1 E.P.I.'s PARA LA CABEZA

| | | |
|--------------|---|-------------------------------------|
| 01SYS | Ud CASCO DE SEGURIDAD | 1,93 |
| | . Casco de seguridad con desudador, homologado CE. | |
| | | UN EUROS con NOVENTA Y TRES |
| CÉNTIMOS | | |
| 02SYS | Ud PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR | 19,93 |
| | . Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE. | |
| | | DIECINUEVE EUROS con NOVENTA Y TRES |
| CÉNTIMOS | | |
| 03SYS | Ud PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS | 14,05 |
| | . Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE. | |
| | | CATORCE EUROS con CINCO CÉNTIMOS |
| 04SYS | Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. | 36,05 |
| | . Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE | |
| | | TREINTA Y SEIS EUROS con CINCO |
| CÉNTIMOS | | |
| 05SYS | Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS | 12,04 |
| | . Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE. | |
| | | DOCE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS |
| 06SYS | Ud GAFAS ANTIPOLVO | 2,67 |
| | . Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE. | |
| | | DOS EUROS con SESENTA Y SIETE |
| CÉNTIMOS | | |
| 07SYS | Ud MASCARILLA ANTIPOLVO | 3,01 |
| | . Mascarilla antipolvo, homologada. | |
| | | TRES EUROS con UN CÉNTIMOS |
| 08SYS | Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA | 0,73 |
| | . Filtro recambio mascarilla, homologado. | |
| | | CERO EUROS con SETENTA Y TRES |
| CÉNTIMOS | | |
| 09SYS | Ud PROTECTORES AUDITIVOS | 8,36 |
| | . Protectores auditivos, homologados. | |

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 1.2 E.P.I.'s PARA EL CUERPO

| | | |
|----------------|--|--------------------------------------|
| 10SYS | Ud MONO DE TRABAJO | 13,14 |
| | . Mono de trabajo, homologado CE. | |
| | | TRECE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS |
| 11SYS | Ud IMPERMEABLE | 5,33 |
| | . Impermeable de trabajo, homologado CE. | |
| | | CINCO EUROS con TREINTA Y TRES |
| CÉNTIMOS | | |
| 12SYS | Ud MANDIL SOLDADOR SERRAJE | 15,58 |
| | . Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE. | |
| | | QUINCE EUROS con CINCUENTA Y OCHO |
| CÉNTIMOS | | |
| 13SYS | Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR | 20,07 |
| | . Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE. | |
| | | VEINTE EUROS con SIETE CÉNTIMOS |
| 14SYS | Ud ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL | 40,73 |
| | . Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE. | |
| | | CUARENTA EUROS con SETENTA Y TRES |
| CÉNTIMOS | | |
| 15SYS | Ud ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS | 260,88 |
| | . Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE. | |
| | | DOSCIENTOS SESENTA EUROS con |
| OCHENTA Y OCHO | | CÉNTIMOS |
| 16SYS | Ud FAJA ELÁSTICA SOBRESFUERZOS | 35,46 |
| | . Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE. | |
| | | TREINTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y |
| SEIS | | CÉNTIMOS |

OCHO EUROS con TREINTA Y SEIS

| | | | |
|---|---|---|--|
| <p>17SYS Ud CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS 23,42</p> <p>. Cinturón portaherramientas, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>18SYS Ud CUERDA AMARRE REGUL. POLIAM. 16,57</p> <p>. Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80 mts, realizado en poliamida de alta tenacidad de 14 mm de diámetro, i/ argolla de polimida revestida de PVC, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> | <p>VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y DOS</p> <p>DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y SIETE</p> | <p>28SYS Ud PAR POLAINAS SOLDADOR 11,03</p> <p>. Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>29SYS Ud PAR RODILLERAS DE CAUCHO 17,47</p> <p>. Par de rodilleras de caucho, homologadas CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> | <p>ONCE EUROS con TRES CÉNTIMOS</p> <p>DIECISIETE EUROS con CUARENTA Y SIETE</p> |
|---|---|---|--|

SUBCAPÍTULO 1.3 E.P.I.'s PARA MANOS Y BRAZOS

| | |
|---|--|
| <p>19SYS Ud PAR GUANTES LATEX INDUSTRIAL 1,29</p> <p>. Par de guantes de latex industrial naranja, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>20SYS Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO 10,41</p> <p>. Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>21SYS Ud PAR GUANTES LATEX ANTICORTE 3,01</p> <p>. Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>22SYS Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM. 8,36</p> <p>. Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>23SYS Ud PAR GUANTES AISLANTES 30,10</p> <p>. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>24SYS Ud MANO PARA PUNTERO 3,01</p> <p>. Protector de mano para puntero, homologado CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> | <p>UN EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS</p> <p>DIEZ EUROS con CUARENTA Y UN</p> <p>TRES EUROS con UN CÉNTIMOS</p> <p>OCHO EUROS con TREINTA Y SEIS</p> <p>TREINTA EUROS con DIEZ CÉNTIMOS</p> <p>TRES EUROS con UN CÉNTIMOS</p> |
|---|--|

SUBCAPÍTULO 1.4 E.P.I.'s PARA PIES Y PIERNAS

| | |
|---|---|
| <p>25SYS Ud PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD 21,21</p> <p>. Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>26SYS Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. PIEL 21,21</p> <p>. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> <p>27SYS Ud PAR BOTAS AISLANTES 25,97</p> <p>. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.</p> <p>CÉNTIMOS</p> | <p>VEINTIUN EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS</p> <p>VEINTIUN EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS</p> <p>VEINTICINCO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS</p> |
|---|---|

CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS
SUBCAPÍTULO 2.1 PROTECCIONES HORIZONTALES

| | | |
|----------------|---|---|
| 30SYS | M2 RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS . Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado. | 3,19 TRES EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS |
| 31SYS | M2 TAPA PROVIS. MADERA S/HUECOS . Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablonces de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | 21,70 VEINTIUN EUROS con SETENTA CÉNTIMOS |
| 32SYS | Ud PASARELA MONTAJE ELEMENTOS VARIOS . Pasarela para ejecución elementos varios, realizada mediante tablonces de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | 14,43 CATORCE EUROS con CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS |
| E09.076 | m PASARELA PARA PASO ZANJAS . PASARELA PARA PASO EN ZANJAS. | 22,93 VEINTIDOS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS |
| E09.075 | Ud CONO DE BALIZAMIENTO . CONO DE BALIZAMIENTO. | 10,94 DIEZ EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |

SUBCAPÍTULO 2.2 PROTECCIONES VERTICALES

| | | |
|--------------|--|---|
| 33SYS | MI RED SEGUG. PERÍMETRO TRA. ALT. 1ª PUES. . Red de seguridad en perímetro para trabajos en altura de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. de 10 m. de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m. de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta. | 14,53 CATORCE EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS |
| 34SYS | MI BARANDILLA ESC. TIPO SARGTO. TABL. . Barandilla de escalera con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de losas de escaleras, incluso colocación y desmontaje. | 9,84 NUEVE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS |
| 36SYS | MI ENREJADO METÁLICO PREFABRICADO . Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzin, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte. | 9,28 NUEVE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS |

SUBCAPÍTULO 2.3 PROTECCIONES VARIAS

| | | |
|--------------|---|--|
| 37SYS | MI CABLE DE SEGUR. PARA ANCL. CINT. . Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad. | 4,03 CUATRO EUROS con TRES CÉNTIMOS |
| 39SYS | MI PROT. H. CRUCE DE LÍNEAS CONDUCT. . Protección horizontal enterrada, realizada con tubería de fibrocemento D=80 mm. para cruce de líneas de conducción en pasos, incluso apertura de zanja a mano y posterior tapado. | 43,04 CUARENTA Y TRES EUROS con CUATRO CÉNTIMOS |
| 40SYS | Ud FUNDAS TERMORETRÁCTILES A. HUM. . Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas. | 18,63 DIECIOCHO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS |
| 41SYS | Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. . Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado. | 218,23 DOSCIENOS DIECIOCHO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS |

| | | |
|--------------|--|---------------|
| 42SYS | Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B | 47,01 |
| | . Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado. Certificado por AENOR. | |
| | CUARENTA Y SIETE EUROS con UN | |
| CÉNTIMOS | | |
| 43SYS | Ud EXTINTOR NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B | 115,43 |
| | . Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado. | |
| | CIENTO QUINCE EUROS con CUARENTA Y | |
| TRES | CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 3 SEÑALIZACIÓN
SUBCAPÍTULO 3.1 SEÑALES

44SYS Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE 43,13
 . Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

CUARENTA Y TRES EUROS con TRECE

CÉNTIMOS

45SYS Ud SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE 44,94
 . Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

CUARENTA Y CUATRO EUROS con

NOVENTA Y CUATRO

CÉNTIMOS

46SYS Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE 51,02
 . Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

CINCUESTA Y UN EUROS con DOS

CÉNTIMOS

47SYS Ud SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE 43,13
 . Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

CUARENTA Y TRES EUROS con TRECE

CÉNTIMOS

48SYS Ud CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE 20,32
 . Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.

VEINTE EUROS con TREINTA Y DOS

CÉNTIMOS

49SYS Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO 7,21
 . Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

50SYS Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO 7,21
 . Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

51SYS Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CINTURÓN 7,21
 . Cartel indicativo de uso obligatorio de cinturón ó arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

52SYS Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS 7,21
 . Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

SIETE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

53SYS Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. 29,47
 . Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

VEINTINUEVE EUROS con CUARENTA Y

SIETE

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 3.2 VALLAS Y ACOTAMIENTOS

54SYS Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE 4,78
 . Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos)
 CUATRO EUROS con SETENTA Y OCHO

CÉNTIMOS

55SYS Ud VALLA CONTENCIÓN PEATONES 2,26
 . Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos)
 DOS EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

56SYS MI VALLA METÁLICA MÓVIL 7,29
 . Valla metálica galvanizada en caliente, en paños de 3,50x1,90 m., colocada sobre soportes de hormigón (5 usos).
 SIETE EUROS con VEINTINUEVE CÉNTIMOS

57SYS MI VALLA COLGANTE SEÑALIZACIÓN 6,78
 . Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujeción, soporte metálico, colocación y desmontado.
 SEIS EUROS con SETENTA Y OCHO

CÉNTIMOS

58SYS MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B 1,54
 . Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.
 UN EUROS con CINCUENTA Y CUATRO

CÉNTIMOS

59SYS MI BANDEROLA SEÑALIZACIÓN CON POSTE 18,47
 . Banderola de señalización colgante de plástico en colores rojo y blanco reflectantes, con soporte metálico de 0,80 m. (un uso).
 DIECIOCHO EUROS con CUARENTA Y SIETE

CÉNTIMOS

60SYS Ud BOYAS INTERMITENTES C/CÉLULA 11,38
 . Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos)
 ONCE EUROS con TREINTA Y OCHO

CÉNTIMOS

61SYS MI MARQUESI. SOP. MET. Y PLAT. MADERA 49,01
 . Marquesina de protección de 1.20ml. de anchura formada por soportes metálicos de tubo de 40x40 de 3ml. de altura separados cada 1,50ml. y correas perimetrales para apoyo del material de cubrición i/plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07m. totalmente montada, incluso desmontaje. como base y plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07 m. totalmente montada, incluso desmontaje.
 CUARENTA Y NUEVE EUROS con UN

CÉNTIMOS

62SYS MI P. VOLADA SOP. MET. Y TAB. CUBIERTA 62,47

. Plataforma volada de 0.60ml. de anchura formada por soportes metálicos de 3 m. de largo en la base y tablones de 0,20x0,07 m. con una longitud de 1,20ml, sujetos mediante puntales telescópicos cada 2ml. de longitud, montaje y desmontaje para trabajos en cubierta
 SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y

SIETE

CÉNTIMOS

CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
SUBCAPÍTULO 4.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES

63SYS Ud ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA 105,42

. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.

CIENTO CINCO EUROS con CUARENTA Y

DOS

CÉNTIMOS

64SYS Ud ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA 93,02

. Acometida provisional de fontanería a casetas de obra.

NOVENTA Y TRES EUROS con DOS

CÉNTIMOS

65SYS Ud ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA 77,17

. Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra.

SETENTA Y SIETE EUROS con DIECISIETE

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 4.2 ALQUILER CASETAS PREFABRICADAS PARA OBRA

66SYS Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO 154,97

. Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W.

CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con

NOVENTA Y

SIETE CÉNTIMOS

68SYS Ud A. A/2INOD, 3 DUCH., 4 LAV., TERMO 228,75

. Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático.

DOSCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con

SETENTA Y

CINCO CÉNTIMOS

69SYS

Ud ALQUILER CASETA PREFAB. ALMACEN

113,69

. Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

CIENTO TRECE EUROS con SESENTA Y

NUEVE

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 4.3. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO CASETAS

| | | |
|--------------|---|------------------------------------|
| 70SYS | Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL | 12,91 |
| | . Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada. (10 usos) | |
| | | DOCE EUROS con NOVENTA Y UN |
| CÉNTIMOS | | |
| 71SYS | Ud BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS | 21,85 |
| | . Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado. (10 usos) | |
| | | VEINTIUN EUROS con OCHENTA Y CINCO |
| CÉNTIMOS | | |
| 72SYS | Ud JABONERA INDUSTRIAL | 4,88 |
| | . Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada. (10 usos) | |
| | | CUATRO EUROS con OCHENTA Y OCHO |
| CÉNTIMOS | | |
| 73SYS | Ud ESPEJO PARA VESTUARIOS Y ASEOS | 48,99 |
| | . Espejo de 80x40 cm. en vestuarios y aseos, colocado (un uso). | |
| | | CUARENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA |
| Y NUEVE | | |
| | | CÉNTIMOS |
| 74SYS | Ud PORTARROLLOS INDUS. C/CERRADURA | 4,89 |
| | . Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado. (10 usos) | |
| | | CUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE |
| CÉNTIMOS | | |
| 75SYS | Ud CALIENTA COMIDAS | 101,21 |
| | . Calienta comidas, colocado. | |
| | | CIENTO UN EUROS con VEINTIUN |
| CÉNTIMOS | | |
| 76SYS | Ud MESA MELAMINA 10 PERSONAS | 22,61 |
| | . Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada. (10 usos) | |
| | | VEINTIDOS EUROS con SESENTA Y UN |
| CÉNTIMOS | | |
| 77SYS | Ud DEPÓSITO DE BASURAS DE 800 L. | 18,78 |
| | . Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado. (10 usos) | |
| | | DIECIOCHO EUROS con SETENTA Y OCHO |
| CÉNTIMOS | | |

CAPÍTULO 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

| | | |
|--------------|---|--------------|
| 78SYS | Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. | 49,25 |
| | . Reconocimiento médico obligatorio. | |
| | CUARENTA Y NUEVE EUROS con | |
| VEINTICINCO | CÉNTIMOS | |
| 79SYS | Ud BOTIQUIN DE OBRA | 22,72 |
| | . Botiquín de obra instalado. | |
| | VEINTIDOS EUROS con SETENTA Y DOS | |
| CÉNTIMOS | | |
| 80SYS | Ud REPOSICIÓN DE BOTIQUIN | 43,62 |
| | . Reposición de material de botiquín de obra. | |
| | CUARENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y | |
| DOS | CÉNTIMOS | |
| 81SYS | Ud CAMILLA PORTATIL EVACUACIONES | 7,19 |
| | . Camilla portátil para evacuaciones, colocada. (20 usos) | |
| | SIETE EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS | |

CAPÍTULO 6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD

| | | | |
|--------------|-----------|--|---------------|
| 82SYS | Hr | COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE | 59,96 |
| | | . Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes. | |
| | | CINCUENTA Y NUEVE EUROS con | |
| | | NOVENTA Y SEIS | |
| | | CÉNTIMOS | |
| 83SYS | Hr | FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE | 13,30 |
| | | . Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. | |
| | | TRECE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS | |
| 84SYS | Hr | EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. | 23,34 |
| | | . Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante. | |
| | | VEINTITRES EUROS con TREINTA Y | |
| | | CUATRO CÉNTIMOS | |
| 85SYS | Ud | LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA | 169,13 |
| | | . Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas. | |
| | | CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS con | |
| | | TRECE | |
| | | CÉNTIMOS | |
| 86SYS | Hr | CUADRILLA EN REPOSICIONES | 17,50 |
| | | . Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/medios auxiliares. | |
| | | DIECISIETE EUROS con CINCUENTA | |
| | | CÉNTIMOS | |

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO

Aarón Rama Maceiras

3. Cuadro de Precios 2

CAPÍTULO 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES
SUBCAPÍTULO 1.1 E.P.I.'s PARA LA CABEZA

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------|--------------|
| 01SYS | Ud CASCO DE SEGURIDAD . Casco de seguridad con desudador, homologado CE. | Resto de obra y materiales..... | 1,82 |
| | | Suma la partida..... | 1,82 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,11 |
| | | TOTAL PARTIDA | 1,93 |
| 02SYS | Ud PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR . Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE. | Resto de obra y materiales..... | 18,80 |
| | | Suma la partida..... | 18,80 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,13 |
| | | TOTAL PARTIDA | 19,93 |
| 03SYS | Ud PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS . Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE. | Resto de obra y materiales..... | 13,25 |
| | | Suma la partida..... | 13,25 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,80 |
| | | TOTAL PARTIDA | 14,05 |

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------|--------------|
| 04SYS | Ud PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. . Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE | Resto de obra y materiales..... | 34,01 |
| | | Suma la partida..... | 34,01 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 2,04 |
| | | TOTAL PARTIDA | 36,05 |
| 05SYS | Ud GAFAS CONTRA IMPACTOS . Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE. | Resto de obra y materiales..... | 11,36 |
| | | Suma la partida..... | 11,36 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,68 |
| | | TOTAL PARTIDA | 12,04 |
| 06SYS | Ud GAFAS ANTIPOLVO . Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE. | Resto de obra y materiales..... | 2,52 |
| | | Suma la partida..... | 2,52 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,15 |
| | | TOTAL PARTIDA | 2,67 |
| 07SYS | Ud MASCARILLA ANTIPOLVO . Mascarilla antipolvo, homologada. | Resto de obra y materiales..... | 2,84 |
| | | Suma la partida..... | 2,84 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,17 |
| | | TOTAL PARTIDA | 3,01 |

| | | | |
|--|--|--|--|
| <p>08SYS Ud FILTRO RECAMBIO MASCARILLA . Filtro recambio mascarilla, homologado.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 0,69</p> <p>Suma la partida..... 0,69</p> <p>Costes indirectos 6,00% 0,04</p> <p>TOTAL PARTIDA 0,73</p> | <p>11SYS Ud IMPERMEABLE . Impermeable de trabajo, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 5,03</p> <p>Suma la partida..... 5,03</p> <p>Costes indirectos 6,00% 0,30</p> <p>TOTAL PARTIDA 5,33</p> |
| <p>09SYS Ud PROTECTORES AUDITIVOS . Protectores auditivos, homologados.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 7,89</p> <p>Suma la partida..... 7,89</p> <p>Costes indirectos 6,00% 0,47</p> <p>TOTAL PARTIDA 8,36</p> | <p>12SYS Ud MANDIL SOLDADOR SERRAJE . Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 14,70</p> <p>Suma la partida..... 14,70</p> <p>Costes indirectos 6,00% 0,88</p> <p>TOTAL PARTIDA 15,58</p> |
| SUBCAPÍTULO 1.2 E.P.I.'s PARA EL CUERPO | | | |
| <p>10SYS Ud MONO DE TRABAJO . Mono de trabajo, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 12,40</p> <p>Suma la partida..... 12,40</p> <p>Costes indirectos 6,00% 0,74</p> <p>TOTAL PARTIDA 13,14</p> | <p>13SYS Ud PETO REFLECTANTE BUT./AMAR . Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 18,93</p> <p>Suma la partida..... 18,93</p> <p>Costes indirectos 6,00% 1,14</p> <p>TOTAL PARTIDA 20,07</p> |
| <p>14SYS Ud ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL . Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 38,42</p> <p>Suma la partida..... 38,42</p> <p>Costes indirectos 6,00% 2,31</p> <p>TOTAL PARTIDA 40,73</p> | | |

| | | | |
|--------------|---|---------------------------------|---------------|
| 15SYS | Ud ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS | | |
| | . Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 246,11 |
| | | Suma la partida..... | 246,11 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 14,77 |
| | | TOTAL PARTIDA | 260,88 |
| 16SYS | Ud FAJA ELÁSTICA SOBRESFUERZOS | | |
| | . Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 33,45 |
| | | Suma la partida..... | 33,45 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 2,01 |
| | | TOTAL PARTIDA | 35,46 |
| 17SYS | Ud CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS | | |
| | . Cinturón portaherramientas, homologado CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 22,09 |
| | | Suma la partida..... | 22,09 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,33 |
| | | TOTAL PARTIDA | 23,42 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>18SYS Ud CUERDA AMARRE REGUL. POLIAM. . Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80 mts, realizado en poliamida de alta tenacidad de 14 mm de diámetro, i/ argolla de polimida revestida de PVC, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 15,63</p> <p>Suma la partida..... 15,63 Costes indirectos 6,00% 0,94</p> <p>TOTAL PARTIDA..... 16,57</p> | <p>22SYS Ud PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM. . Par de guantes para soldador serraje forrado ignifugo, largo 34 cm., homologado CE.</p> | <p>TOTAL PARTIDA 3,01</p> <p>Resto de obra y materiales..... 7,89</p> <p>Suma la partida..... 7,89 Costes indirectos 6,00% 0,47</p> |
| <p>SUBCAPÍTULO 1.3 E.P.I.'s PARA MANOS Y BRAZOS</p> | | <p>23SYS Ud PAR GUANTES AISLANTES . Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.</p> | <p>TOTAL PARTIDA 8,36</p> <p>Resto de obra y materiales..... 28,40</p> <p>Suma la partida..... 28,40 Costes indirectos 6,00% 1,70</p> |
| <p>19SYS Ud PAR GUANTES LATEX INDUSTRIAL . Par de guantes de latex industrial naranja, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 1,22</p> <p>Suma la partida..... 1,22 Costes indirectos 6,00% 0,07</p> <p>TOTAL PARTIDA 1,29</p> | <p>24SYS Ud MANO PARA PUNTERO . Protector de mano para puntero, homologado CE.</p> | <p>TOTAL PARTIDA 30,10</p> <p>Resto de obra y materiales..... 2,84</p> <p>Suma la partida..... 2,84 Costes indirectos 6,00% 0,17</p> |
| <p>20SYS Ud PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO . Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 9,82</p> <p>Suma la partida..... 9,82 Costes indirectos 6,00% 0,59</p> <p>TOTAL PARTIDA..... 10,41</p> | <p>TOTAL PARTIDA 3,01</p> | |
| <p>21SYS Ud PAR GUANTES LATEX ANTICORTE . Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE.</p> | <p>Resto de obra y materiales..... 2,84</p> <p>Suma la partida..... 2,84 Costes indirectos 6,00% 0,17</p> | | |

SUBCAPÍTULO 1.4 E.P.I.'s PARA PIES Y PIERNAS

. Par de rodilleras de caucho, homologadas CE.

| | | | |
|--------------|---|---------------------------------|--------------|
| 25SYS | Ud PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD | | |
| | . Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 20,01 |
| | | Suma la partida..... | 20,01 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,20 |
| | | TOTAL PARTIDA | 21,21 |
| 26SYS | Ud PAR BOTAS SEGUR. PUNT. PIEL | | |
| | . Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 20,01 |
| | | Suma la partida..... | 20,01 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,20 |
| | | TOTAL PARTIDA | 21,21 |
| 27SYS | Ud PAR BOTAS AISLANTES | | |
| | . Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 24,50 |
| | | Suma la partida..... | 24,50 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,47 |
| | | TOTAL PARTIDA | 25,97 |
| 28SYS | Ud PAR POLAINAS SOLDADOR | | |
| | . Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE. | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 10,41 |
| | | Suma la partida..... | 10,41 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,62 |
| | | TOTAL PARTIDA | 11,03 |
| 29SYS | Ud PAR RODILLERAS DE CAUCHO | | |

| | |
|---------------------------------|--------------|
| Resto de obra y materiales..... | 16,48 |
| Suma la partida..... | 16,48 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,99 |
| TOTAL PARTIDA | 17,47 |

CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS
SUBCAPÍTULO 05.2.1 PROTECCIONES HORIZONTALES
30SYS M2 RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS

. Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado.

Mano de obra 1,76
 Resto de obra y materiales..... 1,25

Suma la partida..... 3,01
 Costes indirectos 6,00% 0,18

TOTAL PARTIDA 3,19

31SYS M2 TAPA PROVIS. MADERA S/HUECOS

. Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablonces de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).

Mano de obra 4,32
 Resto de obra y materiales..... 16,15

Suma la partida..... 20,47
 Costes indirectos 6,00% 1,23

TOTAL PARTIDA 21,70

32SYS Ud PASARELA MONTAJE ELEMENTOS VARIOS

. Pasarela para ejecución elementos varios, realizada mediante tablonces de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas).

Mano de obra 0,11
 Resto de obra y materiales..... 13,50

Suma la partida..... 13,61
 Costes indirectos 6,00% 0,82

TOTAL PARTIDA 14,43

E09.076 m PASARELA PARA PASO ZANJAS

. PASARELA PARA PASO EN ZANJAS.

Mano de obra 4,76
 Resto de obra y materiales..... 16,87

Suma la partida..... 21,63
 Costes indirectos 6,00% 1,30

TOTAL PARTIDA 22,93

E09.075 Ud CONO DE BALIZAMIENTO
 . CONO DE BALIZAMIENTO.

Mano de obra 1,41
 Resto de obra y materiales..... 8,91

Suma la partida..... 10,32
 Costes indirectos 6,00% 0,62

TOTAL PARTIDA 10,94

SUBCAPÍTULO 05.2.2 PROTECCIONES VERTICALES

| | | |
|--------------|--|--|
| 33SYS | MI RED SEGUG. PERÍMETRO TRA. ALT. 1ª PUES. . Red de seguridad en perímetro para trabajos en altura de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. de 10 m. de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m. de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta. | Mano de obra 5,52 Resto de obra y materiales..... 8,19 |
| | | Suma la partida..... 13,71 Costes indirectos 6,00% 0,82 |
| | TOTAL PARTIDA | 14,53 |
| 34SYS | MI BARANDILLA ESC. TIPO SARGTO. TABL. . Barandilla de escalera con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de losas de escaleras, incluso colocación y desmontaje. | Mano de obra 2,21 Resto de obra y materiales..... 7,07 |
| | | Suma la partida..... 9,28 Costes indirectos 6,00% 0,56 |
| | TOTAL PARTIDA | 9,84 |
| 36SYS | MI ENREJADO METÁLICO PREFABRICADO . Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte. | Mano de obra 5,49 Resto de obra y materiales..... 3,26 |
| | | Suma la partida..... 8,75 Costes indirectos 6,00% 0,53 |
| | TOTAL PARTIDA | 9,28 |

SUBCAPÍTULO 05.2.3 PROTECCIONES VARIAS

| | | |
|--------------|---|--|
| 37SYS | MI CABLE DE SEGUR. PARA ANCL. CINT. . Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad. | Mano de obra 2,22 Resto de obra y materiales..... 1,58 |
| | | Suma la partida..... 3,80 Costes indirectos 6,00% 0,23 |
| | TOTAL PARTIDA | 4,03 |
| 39SYS | MI PROT. H. CRUCE DE LÍNEAS CONDOC. . Protección horizontal enterrada, realizada con tubería de fibrocemento D=80 mm. para cruce de líneas de conducción en pasos, incluso apertura de zanja a mano y posterior tapado. | Resto de obra y materiales..... 40,60 |
| | | Suma la partida..... 40,60 Costes indirectos 6,00% 2,44 |
| | TOTAL PARTIDA | 43,04 |
| 40SYS | Ud FUNDAS TERMORETRÁCTILES A. HUM. . Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas. | Mano de obra 1,14 Resto de obra y materiales..... 16,44 |
| | | Suma la partida..... 17,58 Costes indirectos 6,00% 1,05 |
| | TOTAL PARTIDA | 18,63 |

| | | |
|--------------|---|-----------------------------------|
| 41SYS | Ud CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. . Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado. | TOTAL PARTIDA 115,43 |
| | Mano de obra 2,25 Resto de obra y materiales..... 203,63 | |
| | Suma la partida..... 205,88 Costes indirectos 6,00% 12,35 | |
| | TOTAL PARTIDA 218,23 | |
| 42SYS | Ud EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B . Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AENOR. | |
| | Mano de obra 1,08 Resto de obra y materiales..... 43,27 | |
| | Suma la partida..... 44,35 Costes indirectos 6,00% 2,66 | |
| | TOTAL PARTIDA 47,01 | |
| 43SYS | Ud EXTINTOR NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B . Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado. | |
| | Mano de obra 1,08 Resto de obra y materiales..... 107,82 | |
| | Suma la partida..... 108,90 Costes indirectos 6,00% 6,53 | |

CAPÍTULO 3 SEÑALIZACIÓN
SUBCAPÍTULO 05.3.1 SEÑALES
44SYS Ud SEÑAL STOP CON SOPORTE

. Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 3,24 |
| Resto de obra y materiales..... | 37,45 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 40,69 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,44 |

TOTAL PARTIDA 43,13

45SYS Ud SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE

. Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 3,24 |
| Resto de obra y materiales..... | 39,16 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 42,40 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,54 |

TOTAL PARTIDA 44,94

46SYS Ud SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE

. Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 3,24 |
| Resto de obra y materiales..... | 44,89 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 48,13 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,89 |

TOTAL PARTIDA 51,02

47SYS Ud SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE

. Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 3,24 |
| Resto de obra y materiales..... | 37,45 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 40,69 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,44 |

TOTAL PARTIDA 43,13

48SYS Ud CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE

. Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado.

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 3,24 |
| Resto de obra y materiales..... | 15,93 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 19,17 |
| Costes indirectos 6,00% | 1,15 |

TOTAL PARTIDA 20,32

49SYS Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO

. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.

| | |
|---------------------------------|------|
| Mano de obra | 1,08 |
| Resto de obra y materiales..... | 5,72 |

| | |
|-------------------------------|------|
| Suma la partida..... | 6,80 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,41 |

TOTAL PARTIDA 7,21

| | | | | | |
|--------------|---|---------------------------------|-------------|------------------------------|-------|
| 50SYS | Ud CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO | | | Suma la partida..... | 27,80 |
| | . Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | | | Costes indirectos..... 6,00% | 1,67 |
| | | Mano de obra | 1,08 | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 5,72 | | |
| | | | | | |
| | | Suma la partida..... | 6,80 | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,41 | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 7,21 | | |
| 51SYS | Ud CARTEL USO OBLIGATORIO CINTURÓN | | | | |
| | . Cartel indicativo de uso obligatorio de cinturón ó arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | | | | |
| | | Mano de obra | 1,08 | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 5,72 | | |
| | | | | | |
| | | Suma la partida..... | 6,80 | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,41 | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 7,21 | | |
| 52SYS | Ud CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS | | | | |
| | . Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | | | | |
| | | Mano de obra | 1,08 | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 5,72 | | |
| | | | | | |
| | | Suma la partida..... | 6,80 | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,41 | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 7,21 | | |
| 53SYS | Ud CARTEL COMBINADO 100X70 CM. | | | | |
| | . Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | | | | |
| | | Mano de obra | 1,62 | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 26,18 | | |

SUBCAPÍTULO 05.3.2 VALLAS Y ACOTAMIENTOS

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------|-------------|
| 54SYS | Ud VALLA DE OBRA CON TRÍPODE | | |
| | . Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos) | | |
| | | Mano de obra | 0,54 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 3,97 |
| | | Suma la partida..... | 4,51 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,27 |
| | | TOTAL PARTIDA | 4,78 |
| 55SYS | Ud VALLA CONTENCIÓN PEATONES | | |
| | . Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos) | | |
| | | Mano de obra | 0,54 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 1,59 |
| | | Suma la partida..... | 2,13 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,13 |
| | | TOTAL PARTIDA | 2,26 |
| 56SYS | MI VALLA METÁLICA MÓVIL | | |
| | . Valla metálica galvanizada en caliente, en paños de 3,50x1,90 m., colocada sobre soportes de hormigón (5 usos). | | |
| | | Mano de obra | 2,16 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 4,72 |
| | | Suma la partida..... | 6,88 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,41 |
| | | TOTAL PARTIDA | 7,29 |

| | | | | | | | |
|--------------|--|---------------------------------|--------------|--|--|------------------------------|-------|
| 57SYS | MI VALLA COLGANTE SEÑALIZACIÓN | | | | | Suma la partida..... | 10,74 |
| | . Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado. | | | | | Costes indirectos..... 6,00% | 0,64 |
| | | Mano de obra | 1,08 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 5,32 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 6,40 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,38 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 6,78 | | | | |
| 58SYS | MI CINTA DE BALIZAMIENTO R/B | | | | | | |
| | . Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado. | | | | | | |
| | | Mano de obra | 1,08 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 0,37 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 1,45 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,09 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 1,54 | | | | |
| 59SYS | MI BANDEROLA SEÑALIZACIÓN CON POSTE | | | | | | |
| | . Banderola de señalización colgante de plástico en colores rojo y blanco reflectantes, con soporte metálico de 0,80 m. (un uso). | | | | | | |
| | | Mano de obra | 1,08 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 16,34 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 17,42 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,05 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 18,47 | | | | |
| 60SYS | Ud BOYAS INTERMITENTES C/CÉLULA | | | | | | |
| | . Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos) | | | | | | |
| | | Mano de obra | 0,54 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 10,20 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 10,74 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,64 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 11,38 | | | | |
| 61SYS | MI MARQUESI. SOP. MET. Y PLAT. MADERA | | | | | | |
| | . Marquesina de protección de 1.20ml. de anchura formada por soportes metálicos de tubo de 40x40 de 3ml. de altura separados cada 1,50ml. y correas perimetrales para apoyo del material de cubrición i/plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07m. totalmente montada, incluso desmontaje. como base y plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07 m. totalmente montada, incluso desmontaje. | | | | | | |
| | | Mano de obra | 30,01 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 16,23 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 46,24 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 2,77 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 49,01 | | | | |
| 62SYS | MI P. VOLADA SOP. MET. Y TAB. CUBIERTA | | | | | | |
| | . Plataforma volada de 0.60ml. de anchura formada por soportes metálicos de 3 m. de largo en la base y tablonos de 0,20x0,07 m. con una longitud de 1,20ml, sujetos mediante puntales telescópicos cada 2ml. de longitud, montaje y desmontaje para trabajos en cubierta | | | | | | |
| | | Mano de obra | 22,23 | | | | |
| | | Resto de obra y materiales..... | 36,70 | | | | |
| | | Suma la partida..... | 58,93 | | | | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 3,54 | | | | |
| | | TOTAL PARTIDA | 62,47 | | | | |

CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
SUBCAPÍTULO 05.4.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------|---------------|
| 63SYS | Ud ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA . Acometida provisional de electricidad a casetas de obra. | Resto de obra y materiales..... | 99,45 |
| | | Suma la partida..... | 99,45 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 5,97 |
| | | TOTAL PARTIDA | 105,42 |
| 64SYS | Ud ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA . Acometida provisional de fontanería a casetas de obra. | Resto de obra y materiales..... | 87,75 |
| | | Suma la partida..... | 87,75 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 5,27 |
| | | TOTAL PARTIDA | 93,02 |
| 65SYS | Ud ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA . Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra. | Resto de obra y materiales..... | 72,80 |
| | | Suma la partida..... | 72,80 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 4,37 |
| | | TOTAL PARTIDA | 77,17 |

SUBCAPÍTULO 05.4.2 ALQUILER CASETAS PREFABRICADAS PARA OBRA

| | | | |
|--------------|--|---------------------------------|---------------|
| 66SYS | Ud ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO . Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. | Resto de obra y materiales..... | 146,20 |
| | | Suma la partida..... | 146,20 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 8,77 |
| | | TOTAL PARTIDA | 154,97 |
| 68SYS | Ud A. A/2INOD, 3 DUCH., 4 LAV., TERMO . Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibutileno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático. | Resto de obra y materiales..... | 215,80 |
| | | Suma la partida..... | 215,80 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 12,95 |
| | | TOTAL PARTIDA | 228,75 |
| 69SYS | Ud ALQUILER CASETA PREFAB. ALMACEN . Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V. | Resto de obra y materiales..... | 107,25 |

| | |
|-------------------------------|--------|
| Suma la partida..... | 107,25 |
| Costes indirectos 6,00% | 6,44 |

| | |
|----------------------------|---------------|
| TOTAL PARTIDA | 113,69 |
|----------------------------|---------------|

SUBCAPÍTULO 05.4.3. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO CASETAS
70SYS Ud TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL

. Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada. (10 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 2,16 |
| Resto de obra y materiales..... | 10,02 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 12,18 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,73 |

| | |
|----------------------------|--------------|
| TOTAL PARTIDA | 12,91 |
|----------------------------|--------------|

71SYS Ud BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS

. Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metálicos, colocado. (10 usos)

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 2,16 |
| Resto de obra y materiales..... | 18,45 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 20,61 |
| Costes indirectos 6,00% | 1,24 |

| | |
|----------------------------|--------------|
| TOTAL PARTIDA | 21,85 |
|----------------------------|--------------|

72SYS Ud JABONERA INDUSTRIAL

. Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada. (10 usos)

| | |
|---------------------------------|------|
| Mano de obra | 2,16 |
| Resto de obra y materiales..... | 2,44 |

| | |
|-------------------------------|------|
| Suma la partida..... | 4,60 |
| Costes indirectos 6,00% | 0,28 |

| | |
|----------------------------|-------------|
| TOTAL PARTIDA | 4,88 |
|----------------------------|-------------|

73SYS Ud ESPEJO PARA VESTUARIOS Y ASEOS

. Espejo de 80x40 cm. en vestuarios y aseos, colocado (un uso).

| | |
|---------------------------------|-------|
| Mano de obra | 1,62 |
| Resto de obra y materiales..... | 44,60 |

| | |
|-------------------------------|-------|
| Suma la partida..... | 46,22 |
| Costes indirectos 6,00% | 2,77 |

| | | | |
|--------------|---|---------------------------------|---------------|
| | | TOTAL PARTIDA | 48,99 |
| 74SYS | Ud PORTARROLLOS INDUS. C/CERRADURA | | |
| | . Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado. (10 usos) | | |
| | | Mano de obra | 2,16 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 2,45 |
| | | Suma la partida..... | 4,61 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,28 |
| | | TOTAL PARTIDA | 4,89 |
| 75SYS | Ud CALIENTA COMIDAS | | |
| | . Calienta comidas, colocado. | | |
| | | Mano de obra | 5,40 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 90,08 |
| | | Suma la partida..... | 95,48 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 5,73 |
| | | TOTAL PARTIDA | 101,21 |
| 76SYS | Ud MESA MELAMINA 10 PERSONAS | | |
| | . Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada. (10 usos) | | |
| | | Mano de obra | 2,16 |
| | | Resto de obra y materiales..... | 19,17 |
| | | Suma la partida..... | 21,33 |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,28 |
| | | TOTAL PARTIDA | 22,61 |

| | | | |
|--------------|---|--------------|--|
| 77SYS | Ud DEPÓSITO DE BASURAS DE 800 L. | | |
| | . Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado. (10 usos) | | |
| | Mano de obra | 0,54 | |
| | Resto de obra y materiales..... | 17,18 | |
| | | | |
| | Suma la partida..... | 17,72 | |
| | Costes indirectos 6,00% | 1,06 | |
| | | | |
| | TOTAL PARTIDA | 18,78 | |

CAPÍTULO 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

| | | | |
|--------------|---|--------------|--|
| 78SYS | Ud RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. | | |
| | . Reconocimiento médico obligatorio. | | |
| | Resto de obra y materiales..... | 46,46 | |
| | | | |
| | Suma la partida..... | 46,46 | |
| | Costes indirectos 6,00% | 2,79 | |
| | | | |
| | TOTAL PARTIDA | 49,25 | |
| 79SYS | Ud BOTIQUIN DE OBRA | | |
| | . Botiquín de obra instalado. | | |
| | Resto de obra y materiales..... | 21,43 | |
| | | | |
| | Suma la partida..... | 21,43 | |
| | Costes indirectos 6,00% | 1,29 | |
| | | | |
| | TOTAL PARTIDA | 22,72 | |
| 80SYS | Ud REPOSICIÓN DE BOTIQUIN | | |
| | . Reposición de material de botiquín de obra. | | |
| | Resto de obra y materiales..... | 41,15 | |
| | | | |
| | Suma la partida..... | 41,15 | |
| | Costes indirectos 6,00% | 2,47 | |
| | | | |
| | TOTAL PARTIDA | 43,62 | |
| 81SYS | Ud CAMILLA PORTATIL EVACUACIONES | | |
| | . Camilla portátil para evacuaciones, colocada. (20 usos) | | |
| | Resto de obra y materiales..... | 6,78 | |
| | | | |
| | Suma la partida..... | 6,78 | |
| | Costes indirectos 6,00% | 0,41 | |
| | | | |
| | TOTAL PARTIDA | 7,19 | |

CAPÍTULO 6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD

| | | | |
|--------------|---|--|--------------|
| 82SYS | Hr COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE . Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes. | Resto de obra y materiales..... 56,57 | |
| | | Suma la partida..... 56,57 | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 3,39 |
| | | TOTAL PARTIDA | 59,96 |
| 83SYS | Hr FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE . Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. | Resto de obra y materiales..... 12,55 | |
| | | Suma la partida..... 12,55 | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 0,75 |
| | | TOTAL PARTIDA | 13,30 |
| 84SYS | Hr EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. . Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora diaria de oficial de 2ª y de ayudante. | Resto de obra y materiales..... 22,02 | |
| | | Suma la partida..... 22,02 | |
| | | Costes indirectos 6,00% | 1,32 |
| | | TOTAL PARTIDA | 23,34 |
| 85SYS | Ud LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA . Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas. | Resto de obra y materiales..... 159,56 | |
| | | Suma la partida..... 159,56 | |

| | | |
|--------------|--|-------------------------------|
| | Costes indirectos..... 6,00% | 9,57 |
| | TOTAL PARTIDA | 169,13 |
| 86SYS | Hr CUADRILLA EN REPOSICIONES . Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudante y un peón ordinario, i/medios auxiliares. | Mano de obra..... 16,51 |
| | | Suma la partida..... 16,51 |
| | | Costes indirectos 6,00% |
| | | TOTAL PARTIDA |
| | | 17,50 |

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO

Aarón Rama Maceiras

4. Presupuesto

CAPÍTULO 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES
SUBCAPÍTULO 1.1 E.P.I.'s PARA LA CABEZA

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|------|-------|--------|
| 01SYS | Ud | CASCO DE SEGURIDAD | | | |
| | | . Casco de seguridad con desudador, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 1,93 | 9,65 |
| 02SYS | Ud | PANTALLA CASCO SEGURIDAD SOLDAR | | | |
| | | . Pantalla de seguridad para soldador con casco y fijación en cabeza. Homologada CE. | | | |
| | | | 5,00 | 19,93 | 99,65 |
| 03SYS | Ud | PANTALLA CONTRA PARTÍCULAS | | | |
| | | . Pantalla para protección contra partículas con arnes de cabeza y visor de policarbonato claro rígido, homologada CE. | | | |
| | | | 5,00 | 14,05 | 70,25 |
| 04SYS | Ud | PANTALLA CORTOCIRCUITO ELÉCT. | | | |
| | | . Pantalla para protección contra corto circuito eléctrico con pluma para adaptar a casco y visor para cortocircuito eléctrico, homologada CE | | | |
| | | | 3,00 | 36,05 | 108,15 |
| 05SYS | Ud | GAFAS CONTRA IMPACTOS | | | |
| | | . Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 12,04 | 60,20 |
| 06SYS | Ud | GAFAS ANTIPOLVO | | | |
| | | . Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 2,67 | 13,35 |
| 07SYS | Ud | MASCARILLA ANTIPOLVO | | | |
| | | . Mascarilla antipolvo, homologada. | | | |
| | | | 5,00 | 3,01 | 15,05 |
| 08SYS | Ud | FILTRO RECAMBIO MASCARILLA | | | |
| | | . Filtro recambio mascarilla, homologado. | | | |
| | | | 5,00 | 0,73 | 3,65 |
| 09SYS | Ud | PROTECTORES AUDITIVOS | | | |
| | | . Protectores auditivos, homologados. | | | |
| | | | 5,00 | 8,36 | 41,80 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 E.P.I.'s PARA LA CABEZA
 421,75

SUBCAPÍTULO 1.2 E.P.I.'s PARA EL CUERPO

| | | | | | |
|--------------|-----------|--|------|--------|----------|
| 10SYS | Ud | MONO DE TRABAJO | | | |
| | | . Mono de trabajo, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 13,14 | 65,70 |
| 11SYS | Ud | IMPERMEABLE | | | |
| | | . Impermeable de trabajo, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 5,33 | 26,65 |
| 12SYS | Ud | MANDIL SOLDADOR SERRAJE | | | |
| | | . Mandil de serraje para soldador grado A, 60x90 cm. homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 15,58 | 77,90 |
| 13SYS | Ud | PETO REFLECTANTE BUT./AMAR | | | |
| | | . Peto reflectante color butano o amarillo, homologada CE. | | | |
| | | | 5,00 | 20,07 | 100,35 |
| 14SYS | Ud | ARNÉS AMARRE DORSAL Y TORSAL | | | |
| | | . Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cinta de nylon de 45 mm. y elementos metálicos de acero inoxidable. Homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 40,73 | 203,65 |
| 15SYS | Ud | ANTICAIDAS DESLIZANTE CUERDAS | | | |
| | | . Anticaidas deslizante para cuerda de 14 mm, c/mosquetón, homologada CE. | | | |
| | | | 5,00 | 260,88 | 1.304,40 |
| 16SYS | Ud | FAJA ELÁSTICA SOBRESFUERZOS | | | |
| | | . Faja elástica para protección de sobreesfuerzos con hombreras y cierre velcro, homologada CE. | | | |
| | | | 5,00 | 35,46 | 177,30 |
| 17SYS | Ud | CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS | | | |
| | | . Cinturón portaherramientas, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 23,42 | 117,10 |
| 18SYS | Ud | CUERDA AMARRE REGUL. POLIAM. | | | |
| | | . Cuerda de amarre regulable de longitud 1,10-1,80 mts, realizado en poliamida de alta tenacidad de 14 mm de diámetro, i/ argolla de polimida revestida de PVC, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 16,57 | 82,85 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 E.P.I.'s PARA EL CUERPO
 2.155,90

SUBCAPÍTULO 1.3 E.P.I.'s PARA MANOS Y BRAZOS

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|------|-------|--------|
| 19SYS | Ud | PAR GUANTES LATEX INDUSTRIAL | | | |
| | | . Par de guantes de latex industrial naranja, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 1,29 | 6,45 |
| 20SYS | Ud | PAR GUANTES PIEL FLOR VACUNO | | | |
| | | . Par de guantes de piel flor vacuno natural, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 10,41 | 52,05 |
| 21SYS | Ud | PAR GUANTES LATEX ANTICORTE | | | |
| | | . Par de guantes de latex rugoso anticorte, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 3,01 | 15,05 |
| 22SYS | Ud | PAR GUANTES SOLDADOR 34 CM. | | | |
| | | . Par de guantes para soldador serraje forrado ignífugo, largo 34 cm., homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 8,36 | 41,80 |
| 23SYS | Ud | PAR GUANTES AISLANTES | | | |
| | | . Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE. | | | |
| | | | 5,00 | 30,10 | 150,50 |
| 24SYS | Ud | MANO PARA PUNTERO | | | |
| | | . Protector de mano para puntero, homologado CE. | | | |
| | | | 5,00 | 3,01 | 15,05 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 E.P.I.'s PARA MANOS Y BRAZOS
 **280,90**

SUBCAPÍTULO 1.4 E.P.I.'s PARA PIES Y PIERNAS

| | | | | | |
|---|-----------|---|------|-------|---------------|
| 25SYS | Ud | PAR DE BOTAS AGUA DE SEGURIDAD | | | |
| | | . Par de botas de agua monocolor de seguridad, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 21,21 | 106,05 |
| 26SYS | Ud | PAR BOTAS SEGUR. PUNT. PIEL | | | |
| | | . Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 21,21 | 106,05 |
| 27SYS | Ud | PAR BOTAS AISLANTES | | | |
| | | . Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 25,97 | 129,85 |
| 28SYS | Ud | PAR POLAINAS SOLDADOR | | | |
| | | . Par de polainas para soldador serraje grad A, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 11,03 | 55,15 |
| 29SYS | Ud | PAR RODILLERAS DE CAUCHO | | | |
| | | . Par de rodilleras de caucho, homologadas CE. | | | |
| | | | 5,00 | 17,47 | 87,35 |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 E.P.I.'s PARA PIES Y PIERNAS | | | | | |
| | | | | | 484,45 |

TOTAL CAPÍTULO 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES **3.343,00**

CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS
SUBCAPÍTULO 05.2.1 PROTECCIONES HORIZONTALES

| | | | | | |
|----------------|-----------|--|-------|-------|---------------|
| 30SYS | M2 | RED HORIZONTAL PROTEC. HUECOS | | | |
| | | . Red horizontal para protección de huecos de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. incluso colocación y desmontado. | | | |
| | | | 10,00 | 3,19 | 31,90 |
| 31SYS | M2 | TAPA PROVIS. MADERA S/HUECOS | | | |
| | | . Tapa provisional para protecciones colectivas de huecos, formada por tablonces de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón sobre rastrales de igual material, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | | | |
| | | | 5,00 | 21,70 | 108,50 |
| 32SYS | Ud | PASARELA MONTAJE ELEMENTOS VARIOS | | | |
| | | . Pasarela para ejecución elementos varios, realizada mediante tablonces de madera 20x7 cm. y 3 m. de longitud con una anchura de 60 cm. y unidos entre sí mediante clavazón, incluso fabricación y colocación. (Amortización en dos puestas). | | | |
| | | | 2,00 | 14,43 | 28,86 |
| E09.076 | m | PASARELA PARA PASO ZANJAS | | | |
| | | . PASARELA PARA PASO EN ZANJAS. | 10,00 | 22,93 | 229,30 |
| E09.075 | Ud | CONO DE BALIZAMIENTO | | | |
| | | . CONO DE BALIZAMIENTO. | 2,00 | 10,94 | 21,88 |
| | | TOTAL SUBCAPÍTULO 05.2.1 PROTECCIONES | | | 420,44 |

SUBCAPÍTULO 05.2.2 PROTECCIONES VERTICALES

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|-------|-------|-----------------|
| 33SYS | MI | RED SEGUG. PERÍMETRO TRA. ALT. 1ª PUES. | | | |
| | | . Red de seguridad en perímetro para trabajos en altura de poliamida de hilo de D=4 mm. y malla de 75x75 mm. de 10 m. de altura, incluso pescante metálico tipo horca de 8 m. de altura, anclajes de red, pescante y cuerdas de unión de paños de red, en primera puesta. | | | |
| | | | 50,00 | 14,53 | 726,50 |
| 34SYS | MI | BARANDILLA ESC. TIPO SARGTO. TABL. | | | |
| | | . Barandilla de escalera con soporte tipo sargento y tres tablones de 0,20x0,07 m. en perímetro de losas de escaleras, incluso colocación y desmontaje. | | | |
| | | | 45,00 | 9,84 | 442,80 |
| 36SYS | MI | ENREJADO METÁLICO PREFABRICADO | | | |
| | | . Enrejado metálico tipo panel móvil de 3x2ml. formado por soportes de tubo y cuadrícula de 15x15cm varilla D=3mm con protección de intemperie Aluzín, y pie de hormigón prefabricado para doble soporte. | | | |
| | | | 50,00 | 9,28 | 464,00 |
| | | TOTAL SUBCAPÍTULO 05.2.2 PROTECCIONES VERTICALES | | | |
| | | | | | 1.633,30 |

SUBCAPÍTULO 05.2.3 PROTECCIONES VARIAS

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|-------|--------|--------|
| 37SYS | MI | CABLE DE SEGUR. PARA ANCL. CINT. | | | |
| | | . Cable de seguridad para anclaje de cinturón de seguridad. | | | |
| | | | 10,00 | 4,03 | 40,30 |
| 39SYS | MI | PROT. H. CRUCE DE LÍNEAS CONDUC. | | | |
| | | . Protección horizontal enterrada, realizada con tubería de fibrocemento D=80 mm. para cruce de líneas de conducción en pasos, incluso apertura de zanja a mano y posterior tapado. | | | |
| | | | 10,00 | 43,04 | 430,40 |
| 40SYS | Ud | FUNDAS TERMORETRÁCTILES A. HUM. | | | |
| | | . Fundas termoretráctiles antihumedad compuestas por clavija y enchufe, instaladas. | | | |
| | | | 5,00 | 18,63 | 93,15 |
| 41SYS | Ud | CUADRO SECUND. INT. DIF. 30 mA. | | | |
| | | . Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; | | | |
| | | Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16A c/c; cinco bornas DIN 25 mm2., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado. | | | |
| | | | 1,00 | 218,23 | 218,23 |
| 42SYS | Ud | EXTINTOR POL. ABC 6Kg. EF 21A-113B | | | |
| | | . Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado.Certificado por AE-NOR. | | | |
| | | | 6,00 | 47,01 | 282,06 |
| 43SYS | Ud | EXTINTOR NIEVE CARB. 5 Kg. EF 34B | | | |
| | | . Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 34B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, e incendios de equipos eléctricos, de 5 Kg. de agente extintor con soporte y manguera con difusor según norma UNE-23110 totalmente instalado. | | | |
| | | | 2,00 | 115,43 | 230,86 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 05.2.3 PROTECCIONES VARIAS
 **1.295,00**

TOTAL CAPÍTULO 2 PROTECCIONES COLECTIVAS 3.348,74

CAPÍTULO 3 SEÑALIZACIÓN
SUBCAPÍTULO 05.3.1 SEÑALES

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|------|-------|--------|
| 44SYS | Ud | SEÑAL STOP CON SOPORTE . Señal de stop tipo octogonal de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos) | 2,00 | 43,13 | 86,26 |
| 45SYS | Ud | SEÑAL TRIANGULAR CON SOPORTE . Señal de peligro tipo triangular normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos) | 4,00 | 44,94 | 179,76 |
| 46SYS | Ud | SEÑAL CUADRADA CON SOPORTE . Señal de recomendación cuadrada normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos) | 4,00 | 51,02 | 204,08 |
| 47SYS | Ud | SEÑAL CIRCULAR CON SOPORTE . Señal de obligatoriedad tipo circular de D=600 mm. normalizada, con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura incluso parte proporcional de apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. (3 usos) | 4,00 | 43,13 | 172,52 |
| 48SYS | Ud | CARTEL INDICAT. RIESGO I/SOPORTE . Cartel indicativo de riesgo de 0,30x0,30 m. con soporte metálico de hierro galvanizado 80x40x2 mm. y 1,3 m. de altura, incluso apertura de pozo, hormigonado, colocación y desmontado. | 2,00 | 20,32 | 40,64 |
| 49SYS | Ud | CARTEL USO OBLIGATORIO CASCO . Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 2,00 | 7,21 | 14,42 |
| 50SYS | Ud | CARTEL PROHIBICIÓN DE PASO . Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 2,00 | 7,21 | 14,42 |
| 51SYS | Ud | CARTEL USO OBLIGATORIO CINTURÓN . Cartel indicativo de uso obligatorio de cinturón ó arnés de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 2,00 | 7,21 | 14,42 |

| | | | | | |
|--|-----------|---|------|-------|---------------|
| 52SYS | Ud | CARTEL PELIGRO ZONA OBRAS . Cartel indicativo de peligro por zona de obras de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 1,00 | 7,21 | 7,21 |
| 53SYS | Ud | CARTEL COMBINADO 100X70 CM. . Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 2,00 | 7,21 | 14,42 |
| | | | 1,00 | 29,47 | 29,47 |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 05.3.1 SEÑALES..... | | | | | 763,20 |

SUBCAPÍTULO 05.3.2 VALLAS Y ACOTAMIENTOS

| | | | | | |
|--------------|-----------|--|-------|-------|--------|
| 54SYS | Ud | VALLA DE OBRA CON TRÍPODE | | | |
| | | . Valla de obra de 800x200 mm. de una banda con trípode, terminación en pintura normal dos colores rojo y blanco, incluso colocación y desmontado. (20 usos) | | | |
| | | | 4,00 | 4,78 | 19,12 |
| 55SYS | Ud | VALLA CONTENCIÓN PEATONES | | | |
| | | . Valla autónoma metálica de 2,5 m. de longitud para contención de peatones normalizada, incluso colocación y desmontaje. (20 usos) | | | |
| | | | 4,00 | 2,26 | 9,04 |
| 56SYS | MI | VALLA METÁLICA MÓVIL | | | |
| | | . Valla metálica galvanizada en caliente, en paños de 3,50x1,90 m., colocada sobre soportes de hormigón (5 usos). | | | |
| | | | 10,00 | 7,29 | 72,90 |
| 57SYS | MI | VALLA COLGANTE SEÑALIZACIÓN | | | |
| | | . Valla colgante de señalización realizada con material plástico pintado en rojo y blanco, incluso cordón de sujección, soporte metálico, colocación y desmontado. | | | |
| | | | 10,00 | 6,78 | 67,80 |
| 58SYS | MI | CINTA DE BALIZAMIENTO R/B | | | |
| | | . Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado. | | | |
| | | | 10,00 | 1,54 | 15,40 |
| 59SYS | MI | BANDEROLA SEÑALIZACIÓN CON POSTE | | | |
| | | . Banderola de señalización colgante de plástico en colores rojo y blanco reflectantes, con soporte metálico de 0,80 m. (un uso). | | | |
| | | | 25,00 | 18,47 | 461,75 |
| 60SYS | Ud | BOYAS INTERMITENTES C/CÉLULA | | | |
| | | . Boya Nightflasher 5001 con carcasa de plástico y pieza de anclaje, con célula fotoeléctrica y dos pilas, incluso colocación y desmontado. (5 usos) | | | |
| | | | 10,00 | 11,38 | 113,80 |
| 61SYS | MI | MARQUESI. SOP. MET. Y PLAT. MADERA | | | |
| | | . Marquesina de protección de 1.20ml. de anchura formada por soportes metálicos de tubo de 40x40 de 3ml. de altura separados cada 1,50ml. y correas perimetrales para apoyo del material de cobertura i/plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07m. totalmente montada, incluso desmontaje. como base y plataforma de madera con tablón de 0,20x0,07 m. totalmente montada, incluso desmontaje. | | | |
| | | | 6,00 | 49,01 | 294,06 |
| 62SYS | MI | P. VOLADA SOP. MET. Y TAB. CUBIERTA | | | |
| | | . Plataforma volada de 0.60ml. de anchura formada por soportes metálicos de 3 m. de largo en la ba- | | | |

se y tablonos de 0,20x0,07 m. con una longitud de 1,20ml, sujetos mediante puntales telescópicos cada 2ml. de longitud, montaje y desmontaje para trabajos en cubierta

4,00 62,47 249,88

TOTAL SUBCAPÍTULO 05.3.2 VALLAS Y ACOTAMIENTOS
 1.303,75

TOTAL CAPÍTULO 3 SEÑALIZACIÓN..... 2.066,95

CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
SUBCAPÍTULO 05.4.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES

| | | | | | |
|--------------|-----------|--|------|--------|--------|
| 63SYS | Ud | ACOMET. PROV. ELÉCT. A CASETA | | | |
| | | . Acometida provisional de electricidad a casetas de obra. | | | |
| | | | 1,00 | 105,42 | 105,42 |
| 64SYS | Ud | ACOMET. PROV. FONTAN. A CASETA | | | |
| | | . Acometida provisional de fontanería a casetas de obra. | | | |
| | | | 1,00 | 93,02 | 93,02 |
| 65SYS | Ud | ACOMET. PROV. SANEAMT. A CASETA | | | |
| | | . Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra. | | | |
| | | | 1,00 | 77,17 | 77,17 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 05.4.1 ACOMETIDAS PROVISIONALES
 275,61

SUBCAPÍTULO 05.4.2 ALQUILER CASETAS PREFABRICADAS PARA OBRA

| | | | | | |
|--------------|-----------|--|------|--------|--------|
| 66SYS | Ud | ALQUILER CASETA OFICINA+ASEO | | | |
| | | . Más de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. | | | |
| | | | 1,00 | 154,97 | 154,97 |
| 68SYS | Ud | A. A/2INOD, 3 DUCH., 4 LAV., TERMO | | | |
| | | . Más de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 6x2.35 m. con cuatro inodoros, tres duchas, cuatro lavabos y termo eléctrico de 50 litros de capacidad; con las mismas características que las oficinas. Suelo de contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Piezas sanitarias de fibra de vidrio acabadas en Gel-Coat blanco y pintura antideslizante. Puertas interiores de madera en los compartimentos. Instalación de fontanería con tuberías de polibuti- leno e instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V. protegida con interruptor automático. | | | |
| | | | 1,00 | 228,75 | 228,75 |
| 69SYS | Ud | ALQUILER CASETA PREFAB. ALMACEN | | | |
| | | . Más de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2.35 m., con estructura metálica | | | |

mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.

1,00 113,69 113,69

TOTAL SUBCAPÍTULO 05.4.2 ALQUILER CASETAS . 497,41

SUBCAPÍTULO 05.4.3. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO CASETAS

| | | | | | |
|--------------|-----------|---|-------|--------|--------|
| 70SYS | Ud | TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL | | | |
| | | . Taquilla metálica individual con llave de 1.78 m. de altura colocada. (10 usos) | | | |
| | | | 30,00 | 12,91 | 387,30 |
| 71SYS | Ud | BANCO POLIPROPILENO 5 PERSONAS | | | |
| | | . Banco de polipropileno para 5 personas con soportes metalicos, colocado. (10 usos) | | | |
| | | | 5,00 | 21,85 | 109,25 |
| 72SYS | Ud | JABONERA INDUSTRIAL | | | |
| | | . Jabonera de uso industrial con dosificador de jabón, en acero inoxidable, colocada. (10 usos) | | | |
| | | | 2,00 | 4,88 | 9,76 |
| 73SYS | Ud | ESPEJO PARA VESTUARIOS Y ASEOS | | | |
| | | . Espejo de 80x40 cm. en vestuarios y aseos, colocado (un uso). | | | |
| | | | 2,00 | 48,99 | 97,98 |
| 74SYS | Ud | PORTARROLLOS INDUS. C/CERRADURA | | | |
| | | . Portarrollos de uso industrial con cerradura, en acero inoxidable, colocado. (10 usos) | | | |
| | | | 2,00 | 4,89 | 9,78 |
| 75SYS | Ud | CALIENTA COMIDAS | | | |
| | | . Calienta comidas, colocado. | | | |
| | | | 2,00 | 101,21 | 202,42 |
| 76SYS | Ud | MESA MELAMINA 10 PERSONAS | | | |
| | | . Mesa metálica para comedor con una capacidad de 10 personas, y tablero superior de melamina colocada. (10 usos) | | | |
| | | | 3,00 | 22,61 | 67,83 |
| 77SYS | Ud | DEPÓSITO DE BASURAS DE 800 L. | | | |
| | | . Deposito de basuras de 800 litros de capacidad realizado en polietileno inyectado, acero y bandas de caucho, con ruedas para su transporte, colocado. (10 usos) | | | |
| | | | 1,00 | 18,78 | 18,78 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 05.4.3. MOBILIARIO Y EQUIPAMIENTO
 **903,10**

TOTAL CAPÍTULO 4 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR..... 1.676,12

CAPÍTULO 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

| | | | | | |
|---|-----------|---|-------|-------|-----------------|
| 78SYS | Ud | RECONOCIMIENTO MÉDICO OBLIGAT. | | | |
| | | . Reconocimiento médico obligatorio. | | | |
| | | | 30,00 | 49,25 | 1.477,50 |
| 79SYS | Ud | BOTIQUIN DE OBRA | | | |
| | | . Botiquín de obra instalado. | | | |
| | | | 2,00 | 22,72 | 45,44 |
| 80SYS | Ud | REPOSICIÓN DE BOTIQUIN | | | |
| | | . Reposición de material de botiquín de obra. | | | |
| | | | 4,00 | 43,62 | 174,48 |
| 81SYS | Ud | CAMILLA PORTÁTIL EVACUACIONES | | | |
| | | . Camilla portátil para evacuaciones, colocada. (20 usos) | | | |
| | | | 2,00 | 7,19 | 14,38 |
| TOTAL CAPÍTULO 5 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS | | | | | 1.711,80 |

CAPÍTULO 6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD

| | | | | | |
|---|-----------|--|-------|--------|------------------|
| 82SYS | Hr | COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE | | | |
| | | . Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encarga- | | | |
| | | do, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con cate- | | | |
| | | goría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes. | | | |
| | | | 10,00 | 59,96 | 599,60 |
| 83SYS | Hr | FORMACIÓN SEGURIDAD E HIGIENE | | | |
| | | . Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada | | | |
| | | por un encargado. | | | |
| | | | 10,00 | 13,30 | 133,00 |
| 84SYS | Hr | EQUIPO DE LIMPIEZA Y CONSERV. | | | |
| | | . Equipo de limpieza y conservación de instalaciones provisionales de obra, considerando una hora | | | |
| | | diaria de oficial de 2ª y de ayudante. | | | |
| | | | 10,00 | 23,34 | 233,40 |
| 85SYS | Ud | LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN CASETA | | | |
| | | . Limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando una limpieza por cada dos semanas. | | | |
| | | | 8,00 | 169,13 | 1.353,04 |
| 86SYS | Hr | CUADRILLA EN REPOSICIONES | | | |
| | | . Cuadrilla encargada del mantenimiento, y control de equipos de seguridad, formado por un ayudan- | | | |
| | | te y un peón ordinario, i/medios auxiliares. | | | |
| | | | 10,00 | 17,50 | 175,00 |
| TOTAL CAPÍTULO 6 MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD | | | | | 2.494,04 |
| TOTAL | | | | | 14.640,65 |

5. Resúmen del Presupuesto

| | | |
|---|--|------------------|
| 1 | PROTECCIONES INDIVIDUALES | 3.343,00 |
| | 22,83 | |
| 2 | PROTECCIONES COLECTIVAS | 3.348,74 |
| | 22,87 | |
| 3 | SEÑALIZACIÓN | 2.066,95 |
| | 14,12 | |
| 4 | INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 1.676,12 |
| | 11,45 | |
| 5 | MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS | 1.711,80 |
| | 11,69 | |
| 6 | MANO DE OBRA DE SEGURIDAD Y SALUD | 2.494,04 |
| | 17,04 | |
| | TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL | 14.640,65 |
| | 13,00% Gastos generales..... | 1.903,28 |
| | 6,00% Beneficio industrial..... | 878,44 |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 2.781,72 |
| | TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. | 17.422,37 |
| | 21,00% I.V.A..... | 3.658,70 |
| | TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN + I.V.A. | 21.081,07 |

A Coruña, 11 de Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

Asciende el presupuesto base de licitación más IVA a la expresada cantidad de VEINTIUN MIL OCHENTA Y UN EUROS con SIETE CÉNTIMOS

ANEJO Nº15: EXPROPIACIONES

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. ZONA DE ACTUACIÓN Y TERRENOS AFECTADOS
3. CONCLUSIONES

1. Objeto

Con este anejo se pretenden definir los terrenos afectados por la obra, determinando si se trata de áreas de dominio público o por el contrario de propiedad privada. De ser así, se estudiará la posibilidad de la expropiación, así como su coste.

2. Zona de actuación y terrenos afectados

Esta obra se sitúa en la Avenida “Ché” Guevara o AC-173 y afecta a los dos márgenes de esta. Ambos márgenes son zonas verdes, si bien en el margen Sur será necesario además ocupar de forma permanente una pequeña superficie situada en un área perteneciente a un equipamiento público situado en esa zona.

En ambos casos se trata de terrenos de dominio público, recogidos en el plan urbanístico como parte del viario urbano cuya titularidad pertenece, por tanto, al Ayuntamiento de Oleiros.

3. Conclusiones

Considerando el carácter público del suelo que presenta la zona de actuación, no es necesario realizar ningún tipo de expropiación. Como consecuencia de ello el Presupuesto para Conocimiento de la Administración coincide con el Presupuesto de Ejecución por Contrata del Documento nº4.

Además, no se afecta a ninguna zona privada colindante por lo que tampoco habrá obligación de indemnizar a particulares o comunidades de vecinos. Pero todo ello no exime al contratista de la reparación de cualquier afección que se pueda ocasionar a la zona.

ANEJO Nº 16: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ÍNDICE:

1. OBJETO
 2. COSTES DIRECTOS
 - 2.1. MANO DE OBRA
 - 2.2. MAQUINARIA
 - 2.3. MATERIALES
 3. COSTES INDIRECTOS
 4. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA
- APÉNDICE A: CUADRO DE MANO DE OBRA
- APÉNDICE B: CUADRO DE MATERIALES
- APÉNDICE C: CUADRO DE MAQUINARIA
- APÉNDICE D: CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES
- APÉNDICE E: CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

1. Objeto

En cumplimiento del artículo 1 de la Orden de 12 de Junio de 1968 (B.O.E. de 25 de Julio) y posterior modificación por la Orden Ministerial de 21 de Mayo (B.O.E. de 28 de Mayo) se realiza la justificación del importe de los precios unitarios que figuran en los cuadros de precios.

Según se fija en el artículo 2 de la Orden de 12 de Junio de 1968, este anejo de Justificación de Precios carece de carácter contractual.

Para la obtención de precios unitarios se ha seguido el artículo 67 del Reglamento General de Contratación del Estado, y las normas complementarias incluidas en las órdenes de 12 de Junio de 1968, 14 de Marzo de 1969 y 21 de Mayo de 1979.

En este anejo se estudian primeramente los precios simples de:

- Mano de obra
- Maquinaria por hora de trabajo
- Materiales por unidad a pie de obra

A partir de ellos se obtienen los precios auxiliares necesarios. Posteriormente se obtienen los precios descompuestos a partir de los precios simples y compuestos correspondientes de las distintas unidades de obra.

Quedan así determinados los costes directos. A este coste se añaden los costes indirectos dando como resultado los precios de ejecución material que figuran en los Cuadros de Precios nº 1 y nº 2.2.

2. Costes Directos

Se consideran costes directos:

La mano de obra con sus pluses, cargos y seguros sociales que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.

Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad o que sean necesarios para su ejecución.

Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, así como los gastos del personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria.

2.1 Mano de Obra

Para el cálculo del coste de la mano de obra se tuvo en cuenta el Convenio Provincial de Edificación y Obras Publicas de A Coruña y las actuales bases de cotización de la Seguridad Social y la legislación laboral vigente.

La determinación de los costes por hora trabajada se consiguió mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

Coste de hora trabajada = Coste empresarial anual / nº de horas trabajadas

En la fórmula anterior el coste anual representa el coste total anual para la Empresa de cada categoría laboral incluyendo no sólo las retribuciones percibidas por el trabajador por todos los conceptos, sino también las cargas sociales que por cada trabajador tiene que abonar la empresa.

Los costes horarios de las categorías profesionales correspondientes a la mano de obra directa, se han evaluado siguiendo el dispuesto por la O.M. del 21 de Mayo de 1979 para el cálculo de los costes horarios:

$$C = 1,40 \cdot A + B$$

Donde:

C: Coste horario del personal en euros/h

A: Base de cotización al régimen de Seguridad Social y Formación Profesional vigentes.

B: Cantidad que complementa el coste horario y recoge los pluses de Convenios Colectivos,

Ordenanza Laboral, normas de obligado cumplimiento y pluses y ratificaciones voluntarias en Euros/h, que no están sujetas a cotización.

El número de horas anuales trabajadas se determina a partir del calendario laboral para el año 2020, que según el convenio se establece en 1738 horas. También se obtiene de dicho convenio el número total de días de trabajo para el año 2020, ajustado a 217.25.

A continuación, vemos una tabla con los costes da mano de obra por categorías.

| CONCEPTOS ABONALES | RETRIBUCIÓN ANUAL EN € | | | | | |
|---|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | CAPATAZ | OFICIAL 1ª | OFICIAL 2ª | AYUDANTE | PEÓN ESP. | PEÓN NIVEL ORD. |
| | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Salario base | 787,66 | 785,99 | 757,03 | 755,05 | 751,78 | 749,44 |
| Paga de vacaciones | 1.097,35 | 1.089,61 | 1.062,34 | 1.053,78 | 1.044,84 | 1.037,41 |
| Paga de verano | 1.097,35 | 1.089,61 | 1.062,34 | 1.053,78 | 1.044,84 | 1.037,41 |
| Paga de Navidad | 1.097,35 | 1.089,61 | 1.062,34 | 1.053,78 | 1.044,84 | 1.037,41 |
| Plus mixto extrasalarial | 102,58 | 100,81 | 97,48 | 96,09 | 95,00 | 93,56 |
| Plus de asistencia | 276,03 | 256,22 | 248,39 | 234,31 | 225,45 | 210,71 |
| SALARIO SUJETO A COTIZACIÓN (€) - TOTAL "A" | 16.158,91 | 15.876,16 | 15.349,54 | 15.129,75 | 14.956,28 | 14.727,59 |
| Indemnización por cese (4,5 % / "A") | 727,15095 | 714,4272 | 690,7293 | 680,83875 | 673,0326 | 662,74155 |
| Transportes y dietas (30,5 €/día efectivo) | 6.618,50 | 6.618,50 | | | | |
| Transportes y medias dietas (9,5 €/día ef.) | | | 2.061,50 | 2.061,50 | 2.061,50 | 2.061,50 |
| SALARIO NO SUJETO A COTIZACIÓN (€) - TOTAL "B" | 7.345,65 | 7.332,93 | 2.752,23 | 2.742,34 | 2.734,53 | 2.724,24 |
| Régimen general de la Seguridad Social | 3.910,46 | 3.842,03 | 3.714,59 | 3.661,40 | 3.619,42 | 3.564,08 |
| Seguro de accidentes, desempleo, fondo de garantía salarial y Formación Profesional | 2.262,25 | 2.222,66 | 2.148,94 | 2.118,17 | 2.093,88 | 2.061,86 |
| CARGAS SOCIALES ANUALES (€) | 6.172,70 | 6.064,69 | 5.863,52 | 5.779,56 | 5.713,30 | 5.625,94 |
| COSTE EMPRESARIAL ANUAL (€) | 29.677,26 | 29.273,78 | 23.965,29 | 23.651,65 | 23.404,11 | 23.077,77 |
| COSTE HORARIO POR CATEGORÍA (€/h) | 17,15 | 16,92 | 13,85 | 13,67 | 13,53 | 13,34 |

2.2. Maquinaria

Para el cálculo del coste horario de las distintas máquinas que componen los equipos a emplear en la obra se ha seguido la publicación "Método de Cálculo para la obtención del coste de maquinaria en obras de carreteras", publicado por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

La fórmula empleada para la realización del Cuadro de Coste de Maquinaria será la siguiente:

$$C = \frac{C_d \cdot D \cdot V_t}{100} + \frac{C_k \cdot H \cdot V_r}{100} + MO + CC + CI$$

Siendo:

- C: coste directo.
- D: días disponibles de la maquinaria.
- Cd: coeficiente unitario del día de puesta a disposición de la maquinaria expresado en porcentaje e incluyendo días de reparaciones, períodos fuera de campaña y días perdidos en parque.
- Vt: valor de reposición de máquina en euros.
- Ch: coeficiente unitario de la hora de funcionamiento de la máquina, en porcentaje.
- H: horas de funcionamiento de los días D.
- MO: mano de obra durante los D días.
- CC: consumo de carburante durante H horas.
- CI: coste correspondiente al transporte a obra de la maquinaria y al montaje y desmontaje de la misma.

Los coeficientes son diferentes para cada tipo de maquinaria y vienen reflejados en los cuadros incluidos en la citada publicación del Ministerio de Fomento.

Con respecto al valor de reposición de la máquina, se adoptará el 100% del capital invertido por dos motivos:

- La maquinaria tiene un pequeño valor residual tras agotar su vida útil.

- Las mejoras tecnológicas en la maquinaria provocan que las máquinas futuras tengan mayores prestaciones que las actuales, por lo que a pesar del aumento de coste, existirá una ganancia en aspectos técnicos.

2.3 Materiales

El estudio de los costes correspondientes a los materiales se ha realizado a partir de la información contenida en diferentes Bases de Precios de la Construcción actualizadas.

3. Costes Indirectos

Se consideran costes indirectos todos aquellos gastos de ejecución que no sean directamente imputables a unidades de obra completa, sino al conjunto de la obra.

Los gastos correspondientes a los costes indirectos se cifrarán en un porcentaje de los costes directos, igual para todas las unidades de obra.

- El conjunto de gastos imputables a costes indirectos se puede estructurar de la siguiente manera:
 - Instalaciones auxiliares (oficinas, almacenes...).
 - Personal técnico y administrativo adscrito a la obra (tópografo, ingeniero, encargado....).
 - Costes imprevistos.

Para su determinación se aplica lo prescrito en los artículos 67 y 68 del Reglamento General de Contratación del Estado, y en la Orden de 12 de junio de 1968 del Ministerio de Obras Públicas, en donde se establecen las Normas Complementarias de los artículos 67 y 68 del Reglamento General, calculándolos como la suma de dos partes, una como relación entre costes indirectos y los directos y otra de imprevistos. Así el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se obtiene como:

$$P = \left(1 + \frac{K}{100}\right) \cdot C_D$$

Donde:

P = precios de ejecución material en euros.

K = K1 + K2

CD = Costes directos

El primer sumando, K1, se calcula mediante la fórmula:

$$K = 100 \frac{C_I}{C_D}$$

Siendo:

- CI los costes indirectos.
- CD los costes directos.

Una orden ministerial de Obras Públicas de 12 de Junio de 1968 establece como tope máximo de K1 el valor de 5%. Si el valor obtenido para K1 fuese superior, deberá adoptarse el 5%.

El segundo sumando K2 alude a los imprevistos. La orden ministerial antes citada fija los siguientes porcentajes:

- K1 = 1% en obras terrestres.
- K2 = 2% en obras fluviales.
- K3 = 3% en obras marítimas.

El coeficiente K de costes indirectos será por tanto en este proyecto:

$$K = K1 + K2 = 5 + 1 = 6\%$$

4. Justificación de Precios de la Unidades de Obra

Se incluyen como apéndices a este anejo los listados de los precios descompuestos de las unidades de obra empleadas en el proyecto, con indicación de los costes de mano de obra, maquinaria, materiales e indirecto, que componen el precio final de cada unidad.

APÉNDICE A: CUADRO DE MANO DE OBRA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------|-------------|------------------------------------|--------|------------------|
| MO002 | 37,899 h. | Capataz | 17,15 | 440,76 |
| MO009 | 0,225 h | Oficial 1ª ferralla | 16,95 | 2,57 |
| MO010 | 0,225 h | Ayudante ferralla | 11,11 | 2,50 |
| MO04 | 72,306 h | Peón ordinario | 13,55 | 1.449,49 |
| U01AA007 | 93,101 Hr | Oficial primera | 16,92 | 2.602,76 |
| U01AA008 | 0,800 Hr | Oficial segunda | 15,34 | 12,27 |
| U01AA009 | 34,969 h | AYUDANTE | 13,40 | 643,43 |
| U01AA011 | 112,065 Hr | Peón suelto | 13,41 | 1.614,85 |
| U01AA015 | 0,050 Hr | Maquinista o conductor | 16,35 | 0,74 |
| U01FA103 | 14,553 Hr | Oficial 1ª encofrador | 22,30 | 324,53 |
| U01FA105 | 14,553 Hr | Ayudante encofrador | 18,90 | 275,05 |
| U01FG405 | 201,467 Hr | Montaje de redondos | 14,50 | 2.921,28 |
| U01FJ095 | 112,000 M2 | Mano obra fáb. hueco doble 1/2 pie | 8,00 | 896,00 |
| U01FO340 | 82,540 M2 | M.o.colocac.cubierta chapa | 7,60 | 627,30 |
| U01FX001 | 2,700 Hr | Oficial cerrajería | 16,33 | 38,69 |
| U01FX003 | 2,250 Hr | Ayudante cerrajería | 13,73 | 30,89 |
| U01FY630 | 48,000 Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 792,00 |
| U01FZ101 | 93,750 Hr | Oficial 1ª pintor | 16,20 | 1.518,75 |
| U01FZ105 | 93,750 Hr | Ayudante pintor | 12,60 | 1.181,25 |
| U01FZ303 | 46,020 Hr | Oficial 1ª vidriería | 16,10 | 740,92 |
| TOTAL | | | | 16.203,74 |

APÉNDICE B: CUADRO DE MATERIALES

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------|---------------|--|-----------|------------------|
| D00D5F | 2,000 | Ascensor panoramico | 15.698,21 | 31.396,42 |
| MT0012 | 23,625 m2 | Chapa grecada de acero galvanizado, 50 mm de canto | 24,75 | 584,72 |
| MT0033 | 4,873 m3 | Hormigón pobre HM-15 central | 72,48 | 353,20 |
| MT0040 | 0,135 kg | Alambre atar 1,30 mm. | 1,29 | 0,17 |
| MT0041 | 22,500 kg | Acero corrugado B 500 S pref. | 0,81 | 18,23 |
| MT0043 | 22,500 m2 | Malla 15x15x5 -1,938 kg/m2 | 1,24 | 27,90 |
| MT112 | 80,340 ud | LED 90 W | 21,46 | 1.724,10 |
| U04AA001 | 9,718 m3 | ARENA DE RÍO (0-5 MM) | 17,43 | 169,38 |
| U04CA001 | 1,754 Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 189,78 |
| U04MA513 | 10,000 M3 | Hormigón HM-20/P/40/ Ila central | 59,36 | 593,60 |
| U04MA733 | 18,900 M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 61,34 | 1.159,33 |
| U04MA903 | 22,500 M3 | Hormigón HM-30/P/20/ Ila central | 100,70 | 2.265,75 |
| U04PY001 | 1,789 m3 | AGUA | 0,55 | 0,98 |
| U06AA001 | 4,782 Kg | Alambre atar 1,3 mm. | 1,13 | 5,40 |
| U06DA010 | 2,495 Kg | Puntas plana 20x100 | 1,47 | 3,67 |
| U06GD001 | 756,000 Kg | Acero corrugado B 400-S | 0,79 | 597,24 |
| U06JA001 | 10.073,370 Kg | Acero laminado S275J0 | 0,98 | 9.871,90 |
| U06QH025 | 463,320 Kg | Chapón cortado a medida de 22 mm | 0,75 | 347,49 |
| U06XW207 | 36,000 Ud | Perno D=25 mm. | 1,58 | 56,88 |
| U07AI001 | 0,541 M3 | Madera pino encofrar 26 mm. | 136,00 | 73,51 |
| U10DA001 | 201,780 Ud | Peldaño | 0,11 | 22,20 |
| U10DG003 | 4.704,000 Ud | Ladrillo hueco doble 25x12x7 | 0,09 | 423,36 |
| U12CZ015 | 247,620 Ud | Torn.autorroscante 6,3x120 | 0,18 | 44,57 |
| U12GA002 | 30,188 M2 | Plac.poliést. G.O. Uralita clase II | 17,00 | 513,19 |
| U12GA801 | 78,750 Ud | Torn. tirafondo 6,5x130 mm. | 0,23 | 18,11 |
| U12GA851 | 78,750 Ud | Apoyaondas galvaniz. mediana | 0,16 | 12,60 |
| U12NA105 | 90,794 M2 | Ch.galv. 6 mm Aceralia PL-75/320 | 14,32 | 1.300,17 |
| U12NA530 | 16,508 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=500mm | 3,82 | 63,06 |
| U12NA550 | 16,508 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=750mm | 5,80 | 95,75 |
| U18GA020 | 100,000 M2 | Baldosa de terrazo 30x30 cm. | 6,75 | 675,00 |
| U23IA165 | 35,612 M2 | Vid. lam. seg. STADIP 88.2 PVB (1 trasl.) | 78,34 | 2.789,88 |
| U23OV511 | 247,800 MI | Sellado con silicona neutra | 0,89 | 220,54 |
| U23OV520 | 35,400 Ud | Materiales auxiliares | 1,26 | 44,60 |
| U30IA015 | 6,000 Ud | Diferencial 40A/2p/30mA | 45,16 | 270,96 |
| U30IA025 | 2,000 Ud | Diferencial 63A/4p/30mA | 479,46 | 958,92 |
| U30IA035 | 70,000 Ud | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N) | 16,91 | 1.183,70 |
| U30IA047 | 2,000 Ud | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB | 109,62 | 219,24 |
| U30IG501 | 2,000 Ud | Reloj-hor.15A/220V reser.cuerd. | 64,20 | 128,40 |
| U30IM001 | 2,000 Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. | 124,30 | 248,60 |
| U30IM101 | 2,000 Ud | Contactador 40A/2 polos/220V | 52,92 | 105,84 |
| U36IA010 | 100,734 Lt | Minio electrolítico | 9,50 | 956,97 |
| U36IE050 | 78,125 Kg | Imprimación anticorrosiva | 7,60 | 593,75 |
| U37YQ105 | 2,000 Ud | Armario monobloque | 584,83 | 1.169,66 |
| U37YQ110 | 2,000 Ud | Contactador de 60 A | 50,88 | 101,76 |
| U37YQ115 | 2,000 Ud | Contactador de 20 A | 33,18 | 66,36 |
| U37YQ120 | 2,000 Ud | Interruptor para mando manual | 23,17 | 46,34 |
| U37YQ125 | 2,000 Ud | Interruptor para mando 63 A | 21,27 | 42,54 |
| U37YQ130 | 2,000 Ud | Interruptor magnetoterm. 40 A | 19,76 | 39,52 |
| U37YQ135 | 2,000 Ud | Interruptor magnetoterm. 30 A | 10,56 | 21,12 |
| U37YQ140 | 2,000 Ud | Pequeño material de conexión | 35,50 | 71,00 |
| U37YQ145 | 2,000 Ud | Reloj astronómico digital | 260,39 | 520,78 |
| U37YQ150 | 2,000 Ud | Relé diferencial de 63 A | 72,42 | 144,84 |
| U39BF501 | 228,000 Ud | P.P. mortero de asiento | 0,01 | 2,28 |
| U39KA002 | 4,000 Ud | Apo.elast.neo.zun. 150x100x42 | 16,50 | 66,00 |
| U39MA001 | 80,340 MI | Barandilla galvanizada | 32,95 | 2.647,20 |
| TOTAL | | | | 65.268,46 |

APÉNDICE C: CUADRO DE MAQUINARIA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | IMPORTE |
|--------------------|-------------|--|--------|---------------|
| MQ0006 | 0,248 h. | Grúa telescópica autoprop. 20 t. | 47,82 | 11,84 |
| MQ0008 | 3,390 h. | Excavadora hidráulica cadenas 135 CV | 54,00 | 183,06 |
| MQ0010 | 2,729 h. | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV | 45,00 | 122,80 |
| MQ0011 | 0,072 h. | Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3 | 54,00 | 3,87 |
| MQ0013 | 0,007 h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV | 29,00 | 0,20 |
| MQ0014 | 0,910 h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV | 34,00 | 30,93 |
| MQ0015 | 6,119 h. | Martillo rompedor hidráulico 600 kg. | 9,50 | 58,13 |
| MQ0017 | 5,281 h. | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,00 | 190,11 |
| MQ0020 | 7,172 m3 | Canon de desbroce a vertedero | 0,52 | 3,73 |
| MQ0021 | 22,740 m3 | Canon de escombros a vertedero | 0,52 | 11,82 |
| MQ0022 | 13,560 m3 | Canon de tierra a vertedero | 0,21 | 2,85 |
| MQ0026 | 0,007 h. | Cisterna agua s/camión 10.000 l. | 28,00 | 0,19 |
| MQ0027 | 0,143 h. | Motoniveladora de 135 CV | 46,00 | 6,60 |
| MQ0030 | 0,068 h. | Rodillo vibrante manual tandem 800 kg. | 4,80 | 0,32 |
| MQ0037 | 6,733 h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. | 4,04 | 27,20 |
| U02FA001 | 0,050 Hr | Pala cargadora 1,30 M3. | 22,00 | 1,10 |
| U02LA201 | 2,806 Hr | Hormigonera 250 l. | 1,30 | 3,65 |
| U02OA010 | 12,285 Hr | Pluma grúa de 30 mts. | 3,80 | 46,68 |
| U02OA025 | 12,285 Hr | Montaje y desmontaje P.L.G 30 m | 0,15 | 1,84 |
| U02SA010 | 0,100 Hr | Motosierra | 3,30 | 0,33 |
| U39AF002 | 0,803 Hr | Camión grua 5 Tm. | 18,50 | 14,86 |
| U39AR001 | 16,068 Hr | Grupo electrógeno 20/30 kva | 2,80 | 44,99 |
| U39AZ012 | 16,068 Hr | Equipo soldadura | 0,64 | 10,28 |
| TOTAL | | | | 777,38 |

APÉNDICE D: CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--|-------------|--|--------|--------------|---------|
| A01JF006 | M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5 M3. Mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 5 con una resistencia a compresión de 5 N/mm2 según norma UNE-EN 998-2, confeccionado con hormigonera de 250 l. (Dosificación 1/6) | | | |
| U01AA011 | 1,820 Hr | Peón suelto | 14,41 | 26,23 | |
| U04CA001 | 0,250 Tm | Cemento CEM II/B-P 32,5 R Granel | 108,20 | 27,05 | |
| U04AA001 | 1,100 m3 | ARENA DE RÍO (0-5 MM) | 17,43 | 19,17 | |
| U04PY001 | 0,255 m3 | AGUA | 0,55 | 0,14 | |
| A03LA005 | 0,400 Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L. | 1,92 | 0,77 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 73,36 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | |
| A02FA513 | M3 | HORM. HM-20/P/40/ Ila CENTRAL M3. Hormigón en masa de resistencia HM-20/P/40/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R, arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE-08. | | | |
| U04MA513 | 1,000 M3 | Hormigón HM-20/P/40/ Ila central | 59,36 | 59,36 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 59,36 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS | | | | | |
| A02FA733 | M3 | HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL M3. Hormigón para armar de resistencia HA-25/P/40/ Ila Nmm2, con cemento CEM II/A-P 32,5 R arena de río y árido rodado tamaño máximo 40 mm., de central para vibrar y consistencia plástica, puesto en obra, con p.p. de mermas y cargas incompletas. Según EHE-08. | | | |
| U04MA733 | 1,000 M3 | Hormigón HA-25/P/40/ Ila central | 61,34 | 61,34 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 61,34 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS | | | | | |
| A03CA005 | Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 Hr. Pala cargadora sobre neumáticos con una potencia de 81 CV (110 Kw) con cuchara dentada de capacidad 1,30 m3, con un peso total de 9.410 Kg, de la casa Volvo ó similar, con un alcance de descarga de 3.710 mm, altura de descarga a 45° de 2640 mm, fuerza de elevación a altura máxima de 113,2 KN, fuerza de arranque 113,2 KN, capacidad colmada 1,30 m3, ángulo máximo de excavación a 95°, fuerza hidráulica de elevación a nivel del suelo 114,4 Kn, longitud total de la máquina 6.550 mm, altura sobre el nivel del suelo de 293 mm, control por palanca única, dirección controlada por la transmisión ó por los frenos, i/ retirada y colocación del lugar de las obras. | | | |
| U02FA001 | 1,000 Hr | Pala cargadora 1,30 M3. | 22,00 | 22,00 | |
| U%10 | 10,000 % | Amortización y otros gastos | 22,00 | 2,20 | |
| U01AA015 | 1,000 Hr | Maquinista o conductor | 14,80 | 14,80 | |
| U02SW001 | 15,000 Lt | Gasóleo A | 1,06 | 15,90 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 54,90 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS | | | | | |

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--|-------------|---|--------|--------------|---------|
| A03KB010 | Hr | PLUMA GRÚA DE 30 Mts. Hr. Grua torre con una altura máxima bajo gancho de 33,42 m y brazo de 31 mts, con carga máxima de 2 Tn a 13,7 mts y una carga en punta de 750 Kg, montada sobre carretón de traslación, realizado con perfiles de estructura ligera de alta resistencia, con tramos unidos por bulones con reductores de ataque directo, motor de 12 CV a 3.000 rpm, con una velocidad de elevación de 0-40 mpm, velocidad de giro 0.8 rpm de traslación de 25 rpm y de trepado hidráulico de 1,5 mpm, con necesidad de un lastre de base de 38 Tn, para una altura total máxima de 33,42 mts bajo gancho. Potencia necesaria para la acometida de eléctrica de 16,2 Kw. | | | |
| U02OA010 | 1,000 Hr | Pluma grúa de 30 mts. | 3,80 | 3,80 | |
| U%10 | 10,000 % | Amortización y otros gastos | 3,80 | 0,38 | |
| U02SW005 | 16,200 Ud | Kilowatio | 0,14 | 2,27 | |
| U02OA025 | 1,000 Hr | Montaje y desmontaje P.L.G 30 m | 0,15 | 0,15 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 6,60 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS | | | | | |
| A03LA005 | Hr | HORMIGONERA ELÉCTRICA 250 L. Hr. Hormigonera eléctrica de 250 Lts con un motor eléctrico de 3CV, con bastidor y cabina de acero, pala mezcladoras, adecuadas para asegurar una mezcla rápida y homogénea, mecanismos protegidos herméticamente, con un peso en vacío de 290Kg y un rendimiento aproximado de 3,4m3. | | | |
| U02LA201 | 1,000 Hr | Hormigonera 250 l. | 1,30 | 1,30 | |
| U%10 | 10,000 % | Amortización y otros gastos | 1,30 | 0,13 | |
| U02SW005 | 3,500 Ud | Kilowatio | 0,14 | 0,49 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 1,92 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS | | | | | |
| U01AA501 | h | CUADRILLA A | | | |
| U01AA007 | 1,000 Hr | Oficial primera | 14,80 | 14,80 | |
| U01AA009 | 0,600 h | AYUDANTE | 18,40 | 11,04 | |
| U01AA011 | 0,400 Hr | Peón suelto | 14,41 | 5,76 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 31,60 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con SESENTA CÉNTIMOS | | | | | |
| U01AA505 | Hr | Cuadrilla E | | | |
| U01AA007 | 1,000 Hr | Oficial primera | 14,80 | 14,80 | |
| U01AA011 | 1,000 Hr | Peón suelto | 14,41 | 14,41 | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | | 29,21 | |
| Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS | | | | | |

APÉNDICE E: CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

CAPÍTULO 01 TRABAJOS PREVIOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|--|---|-------------|---------|
| PFC010201 | m2 | DEMOLICIÓN Y LEVANTADO DE ACERAS | | |
| | Demolición y levantado de aceras de loseta hidráulica o similar, con solera de hormigón en masa 10/15 cm. de | | | |
| MO002 | 0,240 h. | Capataz | 11,63 | 2,79 |
| MO007 | 0,240 h. | Peón ordinario | 10,80 | 2,59 |
| MQ0010 | 0,024 h. | Excav.hidráulica neumáticos 100 CV | 45,00 | 1,08 |
| MQ0015 | 0,024 h. | Martillo rompedor hidráulico 600 kg. | 9,50 | 0,23 |
| MQ0014 | 0,008 h. | Retrocargadora neumáticos 75 CV | 34,00 | 0,27 |
| MQ0017 | 0,016 h. | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,00 | 0,58 |
| MQ0021 | 0,200 m3 | Canon de escombros a vertedero | | |
| | 0,52 0,10 | | | |
| TOTAL PARTIDA | | | 7,64 | |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|----------------------------|---|-------------------------------------|-------------|---------|
| PFC010101 | m2 | DESBROCE DE TERRENO | | |
| | m2 de superficie realmente desbrozada, medida sobre la proyección horizontal del terreno. | | | |
| MO002 | 0,100 h. | Capataz | 11,63 | 1,16 |
| MQ0027 | 0,002 h. | Motoniveladora de 135 CV | 46,00 | 0,09 |
| MQ0011 | 0,001 h. | Pala cargadora cadenas 130 CV/1,8m3 | 54,00 | 0,05 |
| MQ0017 | 0,001 h. | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,00 | 0,04 |
| MQ0020 | 0,100 m3 | Canon de desbroce a vertedero | | |
| | 0,52 0,05 | | | |
| TOTAL PARTIDA | | | 1,39 | |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-----------------|--|---|----------|---------|
| D02AA700 | M2 | LIMPIEZA, TALA ARBUSTOS Y RAÍCES | | |
| | M2. Desbroce y limpieza de terreno, por medios mecánicos, con corte y retirada de arbustos, i/arrancado de raíz- | | | |
| U01AA011 | 0,060 Hr | Peón suelto | 14,41 | 0,86 |
| A03CA005 | 0,010 Hr | CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90 | 0,55 |
| U02SA010 | 0,020 Hr | Motosierra | 3,30 | 0,07 |

AARÓN RAMA MACEIRAS

TOTAL PARTIDA..... 1,48

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---------------------------|---|---|--------------|---------|
| PFC020101 | m3 | EXCAVACIÓN DE CIMENTACIONES Y POZOS EN TERRENO SIN CLASIFICAR. | | |
| | M3.Excavación en cualquier tipo de terreno, con empleo de medios mecánicos y/o explosivos, incluso transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo, a cualquier distancia, realmente ejecutada se- | | | |
| MO002 | 0,200 h. | Capataz | 11,63 | 2,33 |
| MO007 | 0,200 h. | Peón ordinario | 10,80 | 2,16 |
| MQ0008 | 0,250 h. | Excavadora hidráulica cadenas 135 CV | 54,00 | 13,50 |
| MQ0015 | 0,250 h. | Martillo rompedor hidráulico 600 kg. | 9,50 | 2,38 |
| MQ0017 | 0,250 h. | Camión basculante 4x4 14 t. | 36,00 | 9,00 |
| MQ0022 | 1,000 m3 | Canon de tierra a vertedero | | |
| | 0,21 0,21 | | | |
| TOTAL PARTIDA..... | | | 29,58 | |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|------------------|--|--|----------|---------|
| PFC020201 | m3 | RELLENO LOCALIZADO | | |
| | m3.Relleno Relleno localizado con productos procedentes de la excavación, extendido, humectación y compacta- | | | |
| MO002 | 0,025 h. | Capataz | 11,63 | 0,29 |
| MO007 | 0,250 h. | Peón ordinario | 10,80 | 2,70 |
| MQ0026 | 0,025 h. | Cisterna agua s/camión 10.000 l. | 28,00 | 0,70 |
| MQ0013 | 0,025 h. | Retrocargadora neumáticos 50 CV | 29,00 | 0,73 |
| MQ0030 | 0,250 h. | Rodillo vibrante manual tándem 800 kg. | 4,80 | 1,20 |

TOTAL PARTIDA..... 5,62

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 CIMENTACIONES

| | | |
|------------------|-----------|--|
| D04IC103A | M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIa V. GRUA. ENCOF. |
| | | M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ IIa N/mm ² , con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-400 S (40 Kgs/m ³), encofrado y desencofrado, vertido por plu- |
| D04GC102 | 1,000 M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIIa ZAP. V. M. CENT. |
| | 87,97 | |
| U06GD001 | 40,000 Kg | Acero corrugado B 400-S |
| | 0,79 | |
| D04CA101 | 2,200 M2 | Encofrado Madera |
| | 16,42 | |
| | | TOTAL PARTIDA 155,69 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

| | | |
|------------------|-----------|---|
| PFC990101 | m3 | HORMIGÓN DE LIMPIEZA HM-15 |
| | | m3.Hormigón de limpieza HL 150/P/20, en capas de nivelación, limpieza y rellenos, totalmente colocado elaborado para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con medios manuales, vibrado y colocación. |
| MO003 | 0,250 h. | Oficial primera 11,43 2,86 |
| MO007 | 0,250 h. | Peón ordinario 10,80 2,70 |
| MQ0037 | 0,250 h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. 4,04 1,01 |
| MT0033 | 1,100 m3 | Hormigón pobre HM-15 central |
| | 72,48 | |
| | | TOTAL PARTIDA 86,30 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

| | | |
|-----------------|-----------|--|
| D04AK108 | Ud | PLACA DE ANCLAJE 60*50*2,2 CM. C/PERNOS |
| | | Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano en cimentación de dimensiones 75x65x30 cm., con pernos de redondo liso de 25 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 55 cm., roscados, i/taladro central, angular |
| U01FX001 | 0,300 Hr | Oficial cerrajería 14,33 4,30 |
| U01FX003 | 0,250 Hr | Ayudante cerrajería 13,73 3,43 |
| U01AA007 | 0,500 Hr | Oficial primera 14,80 7,40 |
| U06QH025 | 51,480 Kg | Chapón cortado a medida de 22 mm |
| | 0,75 | |
| U06XW207 | 4,000 Ud | Perno D=25 mm. |
| | 1,58 | |
| | | TOTAL PARTIDA 60,06 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA EUROS con SEIS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|
|--------|-------------|---------|--------|----------|---------|

CAPÍTULO 04 ESTRUCTURA
D05AA001 Kg ACERO S275 J0 EN ESTRUCTURAS

Acero laminado S275 JR en perfiles para vigas, pilares y correas, con una tensión de rotura de 410 N/mm², unidas entre sí mediante soldadura con electrodo básico i/p.p. despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado

| | | | | | |
|----------|----------|-----------------------|-------|------|--|
| U01FG405 | 0,020 Hr | Montaje de redondos | 14,50 | 0,29 | |
| U06JA001 | 1,000 Kg | Acero laminado S275J0 | | | |
| | 0,98 | | | 0,98 | |
| U36IA010 | 0,010 Lt | Minio electrolítico | 9,50 | 0,10 | |

TOTAL PARTIDA 1,37

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

D35EE300 M2 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE ACERO

M2. Recubrimiento Zinc epoxy de dos componentes como imprimación anticorrosiva a largo plazo de superficies de acero expuestos a ambientes muy corrosivos, tipo Hempadur Zinc 15341, color azul

| | | | | | |
|----------|----------|---------------------------|-------|------|--|
| U01FZ101 | 0,300 Hr | Oficial 1ª pintor | 16,20 | 4,86 | |
| U01FZ105 | 0,300 Hr | Ayudante pintor | 12,60 | 3,78 | |
| U36IE050 | 0,250 Kg | Imprimación anticorrosiva | | | |
| | 7,60 | | | 1,90 | |

TOTAL PARTIDA 10,54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D38EÑ375 Ud NEOPRENO ZUNCHADO 350x250x100 MM.

Ud. Apoyo elastomérico de neopreno zunchado de 350 x250 x 100 mm., totalmente colocado i/nivelación del apo-

| | | | | | |
|----------|----------|-----------------|-------|------|--|
| DETE | 0,200 Hr | Capataz | 13,42 | 2,68 | |
| U01AA007 | 0,200 Hr | Oficial primera | 14,80 | 2,96 | |
| U01AA008 | 0,200 Hr | Oficial segunda | 15,34 | 3,07 | |

| | | | | | |
|----------|-----------|-------------------------------|--|-------|------|
| U01AA011 | 0,200 Hr | Peón suelto | | 14,41 | 2,88 |
| U39BF501 | 57,000 Ud | P.P. mortero de asiento | | | |
| | 0,01 | | | 0,57 | |
| U39KA002 | 1,000 Ud | Apo.elast.neo.zun. 150x100x42 | | | |
| | 16,50 | | | 16,50 | |

TOTAL PARTIDA 28,66

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

D04IC103A M3 HOR. HA-25/P/40/ IIa V. GRUA. ENCOF.

M3. Hormigón armado HA-25/P/40/ IIa N/mm², con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/armadura B-400 S (40 Kgs/m³), encofrado y desencofrado, vertido por plu-

| | | | | | |
|----------|-----------|--|--|-------|--|
| D04GC102 | 1,000 M3 | HOR. HA-25/P/40/ IIIa ZAP. V. M. CENT. | | | |
| | 87,97 | | | 87,97 | |
| U06GD001 | 40,000 Kg | Acero corrugado B 400-S | | | |
| | 0,79 | | | 31,60 | |
| D04CA101 | 2,200 M2 | Encofrado Madera | | | |
| | 16,42 | | | 36,12 | |

TOTAL PARTIDA 155,69

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D07DA101 M2 FÁB. LADRILLO APAREJO A PANDERETE HUECO DOBLE

. Fábrica de aparejo a panderete de ladrillo hueco doble de 25x12x9 cm., sentado con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2, para posterior terminación, i/p.p.

| | | | | | |
|----------|-----------|------------------------------------|--|------|--|
| U01FJ095 | 1,000 M2 | Mano obra fáb. hueco doble 1/2 pie | | | |
| | 8,00 | | | 8,00 | |
| U10DG003 | 42,000 Ud | Ladrillo hueco doble 25x12x7 | | | |
| | 0,09 | | | 3,78 | |
| A01JF006 | 0,018 M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5 | | | |
| | 73,36 | | | 1,32 | |

TOTAL PARTIDA 13,10

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

CAPÍTULO 05 FORJADO COLABORANTE

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | DESCRIPCIÓN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|------------------|---------------------|--|--------|----------|---------|
| PFC050101 | m2 | FORJADO DE CHAPA COLABORANTE | | | |
| | | Forjado de chapa colaborante, incluido montaje, armaduras de negativo y malla de reparto, i/pp de conectores so- | | | |
| MO002 | 0,030 h. | Capataz | 11,63 | 0,35 | |
| MO003 | 0,250 h. | Oficial primera | 11,43 | 2,86 | |
| MO007 | 0,250 h. | Peón ordinario | 10,80 | 2,70 | |
| MQ0037 | 0,250 h. | Aguja eléct.c/convertid.gasolina D=79mm. | 4,04 | 1,01 | |
| MQ0006 | 0,010 h. | Grúa telescópica autoprop. 20 t. | 47,82 | 0,48 | |
| PFC990301 | 1,000 kg | ACERO EN BARRAS PARA ARMAR B 500 S | 1,11 | 1,11 | |
| MT0012 | 1,050 m2 | Chapa grecada de acero galvanizado, 50 mm de canto | 24,75 | 25,99 | |
| MT0043 | 1,000 m2 | Malla 15x15x5 -1,938 kg/m2 | | | |
| | 1,24 1,24 | | | | |
| U04MA903 | 1,000 M3 | Hormigón HM-30/P/20/ Ila central | | | |
| | 100,70 100,70 | | | | |

TOTAL PARTIDA 136,44

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | DESCRIPCIÓN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-----------------|---------------------|--|--------|----------|---------|
| D08NA030 | M2 | PAVIMENTO DE CHAPA LAGRIMAL GALVANIZADA | | | |
| | | M2. Chapa lagrimada de acero galvanizado de 6.0 mm. de espesor con perfil especial laminado tipo 75/320 de | | | |
| U01FO340 | 1,000 M2 | M.o.colocac.cubierta chapa | | | |
| | 7,60 7,60 | | | | |
| U12NA105 | 1,100 M2 | Ch.galv. 6 mm Aceralia PL-75/320 | | | |
| | 14,32 15,75 | | | | |
| U12CZ015 | 3,000 Ud | Torn.autorroscante 6,3x120 | | | |
| | 0,18 0,54 | | | | |
| U12NA530 | 0,200 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=500mm | 3,82 | 0,76 | |
| U12NA550 | 0,200 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=750mm | 5,80 | 1,16 | |

TOTAL PARTIDA 25,81

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

CAPÍTULO 06 PAVIMENTO, ESCALERA, CUBIERTA Y BARANDILLA

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | DESCRIPCIÓN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-----------------|---------------------|---|--------|----------|---------|
| D15JA010 | | MI FORMACIÓN PELDAÑO METALICO | | | |
| | | MI. Formación de peldaño de escaleras metalico galvanizado, i/pp de colocación y terminación. | | | |
| U01AA505 | 0,600 Hr | Cuadrilla E | 29,21 | 17,53 | |
| U10DA001 | 9,000 Ud | Peldaño | | | |
| | 0,11 0,99 | | | | |

TOTAL PARTIDA 18,52

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | DESCRIPCIÓN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-----------------|---------------------|--|--------|----------|---------|
| D08NA030 | M2 | PAVIMENTO DE CHAPA LAGRIMAL GALVANIZADA | | | |
| | | M2. Chapa lagrimada de acero galvanizado de 6.0 mm. de espesor con perfil especial laminado tipo 75/320 de | | | |
| U01FO340 | 1,000 M2 | M.o.colocac.cubierta chapa | | | |
| | 7,60 7,60 | | | | |
| U12NA105 | 1,100 M2 | Ch.galv. 6 mm Aceralia PL-75/320 | | | |
| | 14,32 15,75 | | | | |
| U12CZ015 | 3,000 Ud | Torn.autorroscante 6,3x120 | | | |
| | 0,18 0,54 | | | | |
| U12NA530 | 0,200 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=500mm | 3,82 | 0,76 | |
| U12NA550 | 0,200 MI | Remat.galv. 0,7mm. des=750mm | 5,80 | 1,16 | |

TOTAL PARTIDA 25,81

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD UD RESUMEN | DESCRIPCIÓN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-----------------|---------------------|---|--------|----------|---------|
| D38EQ015 | | MI BARANDILLA METÁLICA GALVANIZADA | | | |
| | | MI. Barandilla metálica galvanizada suministro y colocación. Sin descomposición | | | |

TOTAL PARTIDA 44,10

Ascende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CUATRO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

| | | | |
|---|-----------|-------------------------------------|--------------|
| D08GA010 | M2 | CUBIERTA TIPO ARCOPLUS | |
| M2. Cubierta de sistemas modulares formados por paneles de policarbonato celular coextruído de 6 paredes de | | | |
| U01AA501 | 0,125 h | CUADRILLA A | 31,60 3,95 |
| U12GA002 | 1,150 M2 | Plac.poliést. G.O. Uralita clase II | |
| | 17,00 | | 19,55 |
| U12GA801 | 3,000 Ud | Torn. tirafondo 6,5x130 mm. | |
| | 0,23 | | 0,69 |
| U12GA851 | 3,000 Ud | Apoyaondas galvaniz. mediana | |
| | 0,16 | | 0,48 |
| TOTAL PARTIDA | | | 24,67 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CAPÍTULO 08 ILUMINACIÓN

| | | | |
|---|----------|-------------------------------|--------------|
| 05.01.07 | u | Centro de mando | |
| Ud. Centro general de maniobra y protección con encendido astronómico y programable, con seccionador general, | | | |
| U01AA501 | 10,000 h | CUADRILLA A | 31,60 316,00 |
| U37YQ105 | 1,000 Ud | Armario monobloque | |
| | 584,83 | | 584,83 |
| U37YQ110 | 1,000 Ud | Contactador de 60 A | |
| | 50,88 | | 50,88 |
| U37YQ115 | 1,000 Ud | Contactador de 20 A | |
| | 33,18 | | 33,18 |
| U37YQ120 | 1,000 Ud | Interruptor para mando manual | |
| | 23,17 | | 23,17 |
| U37YQ125 | 1,000 Ud | Interruptor para mando 63 A | |
| | 21,27 | | 21,27 |
| U37YQ130 | 1,000 Ud | Interruptor magnetoterm. 40 A | |
| | 19,76 | | 19,76 |
| U37YQ135 | 1,000 Ud | Interruptor magnetoterm. 30 A | |
| | 10,56 | | 10,56 |
| U37YQ140 | 1,000 Ud | Pequeño material de conexión | |
| | 35,50 | | 35,50 |
| U37YQ145 | 1,000 Ud | Reloj astronómico digital | |
| | 260,39 | | 260,39 |
| U37YQ150 | 1,000 Ud | Relé diferencial de 63 A | |
| | 72,42 | | 72,42 |

AARÓN RAMA MACEIRAS

TOTAL PARTIDA..... 1.427,96
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL CUATROCIENTOS VEINTISIETE EUROS con NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS

| | | | |
|---|----------|-------------------------------------|-------------|
| 05.01.08 | m | Tira LED SMD 5050 High Power | |
| MI. Tira LED SMD 5050 High Power, colocada. | | | |
| MO02 | 0,900 h | Oficial primera | 16,94 15,25 |
| MO04 | 0,900 h | Peón ordinario | 14,55 13,10 |
| MT112 | 1,000 ud | LED 90 W | |
| | 21,46 | | 21,46 |

TOTAL PARTIDA..... 49,81
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

CAPÍTULO 09 URBANIZACIÓN DEL ENTORNO

| | | | |
|--|-----------|----------------------------------|--------------|
| D36DF005 | M2 | ACE.BALDOSA TERRAZO 30x30 | |
| M2. Pavimento de acera con baldosa de terrazo de 30x30x4 cm., sobre solera de hormigón tipo HM-20 N/mm2. | | | |
| Tmáx. 40 mm. y 10 cm. de espesor, cama de arena de río de 2 cm y mortero de cemento y arena 1/6, de 5 cm | | | |
| U01AA501 | 0,350 h | CUADRILLA A | 31,60 11,06 |
| A02FA513 | 0,100 M3 | HORM. HM-20/P/40/ Ila CENTRAL | |
| | 59,36 | | 5,94 |
| U04AA001 | 0,020 m3 | ARENA DE RÍO (0-5 MM) | |
| | 17,43 | | 0,35 |
| A01JF006 | 0,050 M3 | MORTERO CEMENTO (1/6) M 5 | |
| | 73,36 | | 3,67 |
| U18GA020 | 1,000 M2 | Baldosa de terrazo 30x30 cm. | |
| | 6,75 | | 6,75 |
| TOTAL PARTIDA..... | | | 27,77 |

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE CÉNTIMOS

CAPÍTULO 10 APARATOS ELEVADORES

D005HDKAJ ud ASCENSOR
 UD.Ascensor panorámico trivium evolux, con capacidad para 8 personas
 D00D5F 1,000 Ascensor panoramico 15.698,21 15.698,21

TOTAL PARTIDA 15.698,21

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

D27IH042 Ud CUADRO GENERAL ASCENSOR
 Ud. Cuadro tipo de distribución, protección y mando para ascensor, con o sin pública
 concurrencia, formado por un cuadro doble aislamiento ó armario metálico de empotrar ó superficie con puerta,
 incluido carriles, embarrados de circuitos y protección IGA-32A (III+N); 1 interruptor diferencial de 63A/4p/30mA, 3
 diferenciales de 40A/2p/30mA, 1 PIA de 40A (III+N); 15 PIAS de 10A (I+N); 12 PIAS de 15A (I+N), 8 PIAS de 20A (I+N);
 contactor de 40A/2p/220V; reloj-horario de 15A/220V. con reserva de cuerda y dispositivo de accionamiento manual
 ó automatico, totalmente

| | | | | |
|----------|-----------|----------------------------------|-------|--------|
| U01FY630 | 24,000 Hr | Oficial primera electricista | 16,50 | 396,00 |
| U30IM001 | 1,000 Ud | Cuadro metal.ó dobl.aisl.estan. | | |
| | 124,30 | | | 124,30 |
| U30IA047 | 1,000 Ud | PIA III+N 40A,S253NC40 ABB | | |
| | 109,62 | | | 109,62 |
| U30IA025 | 1,000 Ud | Diferencial 63A/4p/30mA | | |
| | 479,46 | | | 479,46 |
| U30IA015 | 3,000 Ud | Diferencial 40A/2p/30mA | | |
| | 45,16 | | | 135,48 |
| U30IA035 | 35,000 Ud | PIA 5-10-15-20-25 A (I+N) | | |
| | 16,91 | | | 591,85 |
| U30IM101 | 1,000 Ud | Contactador 40A/2 polos/220V | | |
| | 52,92 | | | 52,92 |
| U30IG501 | 1,000 Ud | Reloj-hor. 15A/220V reser.cuerd. | | |
| | 64,20 | | | 64,20 |

TOTAL PARTIDA 1.953,83

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y TRES

D24IA165 M2 VID. SEG. STADIP 88.2 TRASL. (Niv.1B1/P2A)
 M2. Acristalamiento de vidrio laminar de seguridad Stadip compuesto por dos vidrios de
 8 mm de espesor unidos mediante dos láminas de butiral de polivinilo incolora de 0,38 mm, una translúcida y una
 transparente, clasificado 1B1 según UNE-EN 12600 y P2A según UNE-EN 356, fijado sobre carpintería con
 acuñado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales y sellado en frío con silicona neutra, incluso colocación de
 junquillos, según

| | | | | |
|----------|----------|---|-------|-------|
| U01FZ303 | 1,300 Hr | Oficial 1ª vidriería | 16,10 | 20,93 |
| U23IA165 | 1,006 M2 | Vid. lam. seg. STADIP 88.2 PVB (1 trasl.) | | 78,34 |
| | | | | 78,81 |
| U23OV511 | 7,000 MI | Sellado con silicona neutra | 0,89 | 6,23 |
| U23OV520 | 1,000 Ud | Materiales auxiliares | | |
| | 1,26 | | | 1,26 |

TOTAL PARTIDA 107,23

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

CAPÍTULO 11 SEGURIDAD Y SALUD

C05SS01 Ud P.A. SEGURIDAD Y SALUD
 Ud. Partida alzada para Seguridad y Salud desglosada en presupuesto aparte, según
 anexo correspondiente.

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA 14.640,65

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL SEISCIENTOS CUARENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CÓDIGO CANTIDAD UD RESUMEN PRECIO SUBTOTAL IMPORTE

CAPÍTULO 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

C06XR01 Ud P.A GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
Ud. Partida alzada para Gestión de Residuos de construcción y demolición desglosada en presupuesto aparte, se-
Sin descomposición
TOTAL PARTIDA 7.997,91

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

CAPÍTULO 13 ACABADOS Y VARIOS

PFC110101 Pa EQUIPO ENSAYO/DÍA PRUEBA CARGA
P.A.Partida alzada de abono íntegro Día de equipo de ensayo y control en pruebas de carga de pasos elevados,
Sin descomposición
TOTAL PARTIDA 2.805,20

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL OCHOCIENTOS CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

PFC110102 Pa UD DE LIMPIEZA
P.A.Partida Alzada de Abono Integro para limpieza y terminación de las obras.
Sin descomposición
TOTAL PARTIDA 1.500,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS EUROS

PFC110103 Pa P.A REPOSICIÓN DE SEÑALES Y PINTADOS
P.A Reposición de señales, pintado de pasos de cebra, rotulación en calzada y líneas de retención.
Sin descomposición
TOTAL PARTIDA 390,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA EUROS

ANEJO Nº 17: REVISIÓN DE PRECIOS

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. PROCEDIMIENTO
3. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

1. Objeto

De acuerdo con lo estipulado en Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, la revisión de precios solo se lleva a cabo cuando concurren las siguientes circunstancias:

- Se haya ejecutado el 20% del importe del contrato.
- Haya transcurrido un año desde la adjudicación.

De tal manera que ni el porcentaje del 20%, ni el primer año de ejecución, contando desde dicha adjudicación, pueden ser objeto de revisión.

En este anejo se justifica la elección de la fórmula a emplear para la revisión de precios, de entre las fórmulas tipo vigentes siguiendo las instrucciones del Decreto 3650/1970, de 19 de Diciembre de 1970, complementado por el Real Decreto 2167/1981 de 20 de agosto y de la Orden Circular nº 178/64 de la Dirección General de Carreteras, actualizada por la Orden Circular nº 316/91 P. y P. De la propia Dirección General de Carreteras.

2. Procedimiento

Según lo dispuesto en el apartado anterior, se procede a continuación a la determinación de la fórmula o fórmulas más adecuadas. Para ello se realiza un estudio detallado del presupuesto con el propósito de agrupar de la manera más lógica posible las obras de carácter similar, y asignar a cada uno de estos grupos la fórmula de revisión de precios que mejor se ajuste.

| | | | |
|----|--|-----------|-------|
| 01 | TRABAJOS PREVIOS | 975,76 | 0,89 |
| 02 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | 402,62 | 0,37 |
| 03 | CIMENTACIONES..... | 2.991,97 | 2,73 |
| 04 | ESTRUCTURA..... | 19.549,53 | 17,81 |
| 05 | FORJADO COLABORANTE | 3.650,63 | 3,32 |
| 06 | PAVIMENTO, ESCALERA, CUBIERTA Y BARANDILLA | 6.155,43 | 5,61 |
| 08 | ILUMINACIÓN..... | 6.857,66 | 6,25 |
| 09 | URBANIZACIÓN DEL ENTORNO..... | 2.777,00 | 2,53 |
| 10 | APARATOS ELEVADORES | 39.100,02 | 35,61 |
| 11 | SEGURIDAD Y SALUD | 14.640,65 | 13,33 |
| 12 | GESTIÓN DE RESIDUOS | 7.997,91 | 7,28 |
| 13 | ACABADOS Y VARIOS | 4.695,20 | 4,28 |

Observando el cuadro anterior, podemos estructurar las obras en: OBRAS DE EDIFICACIÓN

Como se puede observar, es lo que acumulan el mayor presupuesto de la obra, y son por tanto lo que más peso tienen en esta.

3. Fórmula Revisión de Precios

Según lo anteriormente expuesto, la fórmula correspondiente para aplicar en la revisión de precios del presente proyecto es:

FÓRMULA 821. Obras de edificación con alto componente de materiales metálicos e instalaciones.

$$Kt = 0,08At /A0 + 0,01Bt /B0 + 0,05Ct /C0 + 0,01Et /E0 + 0,02Ft /F0 + 0,01Lt /L0 + 0,04Mt /M0 + 0,03Pt /P0 + 0,01Qt /Q0 + 0,03Rt /R0 + 0,18St /S0 + 0,08Tt /T0 + 0,01Ut /U0 + 0,02Vt /V0 + 0,42$$

ANEJO Nº 18: CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. GRUPOS
3. SUBGRUPOS
4. CATEGORÍA
5. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

1. Objeto

El objeto de este aneJo es establecer los grupos y subgrupos en que deben estar clasificados los Contratistas de obras para que puedan ser adjudicatarios de las obras del presente Proyecto.

Como datos de partida se utilizan los presupuestos parciales y el presupuesto total del proyecto, así como lo estipulado en Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público y según el Real Decreto Legislativo 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto de 1098/2011, de 12 de octubre en aquellas obras cuya naturaleza se corresponda con alguno de los tipos establecidos como subgrupo, establecidos en el artículo 25 del mismo Reglamento, y no presenten singularidades diferentes a las normales y generales de su clase, se exigirá solamente la clasificación en el subgrupo genérico correspondiente

Dado que la obra proyectada tiene un presupuesto superior a los 20 millones de pesetas (120.202,42 euros), es preceptiva la exigencia de clasificación al contratista.

La clasificación sólo será exigible en aquellas partes de la obra cuyo presupuesto suponga más de un veinte por ciento del presupuesto total.

Esta clasificación tiene sólo carácter indicativo, dado que la clasificación definitiva será la que se defina en el Pliego de Cláusulas Administrativas. Hay que tener en cuenta que el presente proyecto, y dado el carácter académico de lo mismo, este pliego no existe.

La clasificación del contratista se compone de tres divisiones:

- Grupo (el cual viene especificado mediante una letra mayúscula).
- Subgrupo (identificado mediante un número).
- Categoría (identificado mediante un número en función de la anualidad).

2. Grupos

Los grupos generales establecidos como tipos de obra en el artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas que afectan al Proyecto de ejecución, se redactan a continuación:

Grupo A. Movimiento de tierras y perforaciones

- Subgrupo 1. Desmontes y vaciados.
- Subgrupo 2. Explanaciones.
- Subgrupo 3. Canteras.
- Subgrupo 4. Pozos y galerías.
- Subgrupo 5. Túneles.

Grupo B. Puentes, viaductos y grandes estructuras

- Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.
- Subgrupo 2. De hormigón armado.
- Subgrupo 3. De hormigón pretensado.
- Subgrupo 4. Metálicos.

Grupo C. Edificaciones

- Subgrupo 1. Demoliciones.
- Subgrupo 2. Estructuras de fábrica u hormigón.
- Subgrupo 3. Estructuras metálicas.
- Subgrupo 4. Albañilería, revocos y revestidos.
- Subgrupo 5. Cantería y marmolería.
- Subgrupo 6. Pavimentos, solados y alicatados.
- Subgrupo 7. Aislamientos e impermeabilizaciones.
- Subgrupo 8. Carpintería de madera.
- Subgrupo 9. Carpintería metálica.

Grupo D. Ferrocarriles

- Subgrupo 1. Tendido de vías.
- Subgrupo 2. Elevados sobre carril o cable.
- Subgrupo 3. Señalizaciones y enclavamientos.
- Subgrupo 4. Electrificación de ferrocarriles.
- Subgrupo 5. Obras de ferrocarriles sin cualificación específica.

Grupo E. Hidráulicas

- Subgrupo 1. Abastecimientos y saneamientos.
- Subgrupo 2. Presas.
- Subgrupo 3. Canales.
- Subgrupo 4. Acequias y desagües.
- Subgrupo 5. Defensas de márgenes y encauzamientos.
- Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.
- Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.

Grupo F. Marítimas

- Subgrupo 1. Dragados.
- Subgrupo 2. Escolleras.
- Subgrupo 3. Con bloques de hormigón.
- Subgrupo 4. Con cajones de hormigón armado.
- Subgrupo 5. Con pilotes y tablestacas.
- Subgrupo 6. Faros, radiofaros y señalizaciones marítimas.
- Subgrupo 7. Obras marítimas sin cualificación específica.
- Subgrupo 8. Emisarios submarinos.

Grupo G. Viales y pistas

- Subgrupo 1. Autopistas, autovías.

- Subgrupo 2. Pistas de aterrizaje.
- Subgrupo 3. Con firmes de hormigón hidráulico.
- Subgrupo 4. Con firmes de mezclas bituminosas.
- Subgrupo 5. Señalizaciones y balizamientos viales.
- Subgrupo 6. Obras viales sin cualificación específica.

Grupo H. Transportes de productos petrolíferos y gaseosos

- Subgrupo 1. Oleoductos.
- Subgrupo 2. Gasoductos.

Grupo I. Instalaciones eléctricas

- Subgrupo 1. Alumbrados, iluminaciones y balizamientos luminosos.
- Subgrupo 2. Centrales de producción de energía.
- Subgrupo 3. Líneas eléctricas de transporte.
- Subgrupo 4. Subestaciones.
- Subgrupo 5. Centros de transformación y distribución en alta tensión.
- Subgrupo 6. Distribución en baja tensión.
- Subgrupo 7. Telecomunicaciones e instalaciones radioeléctricas.
- Subgrupo 8. Instalaciones electrónicas.
- Subgrupo 9. Instalaciones eléctricas sin cualificación específica.

Grupo J. Instalaciones mecánicas

- Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.
- Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.
- Subgrupo 3. Frigoríficas.
- Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.
- Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.

Grupo K. Especiales

- Subgrupo 1. Cimentaciones especiales.
- Subgrupo 2. Sondeos, inyecciones y pilotajes.
- Subgrupo 3. Tablestacados.
- Subgrupo 4. Pinturas y metalizaciones.
- Subgrupo 5. Ornamentaciones y decoraciones.
- Subgrupo 6. Jardinería y plantaciones.
- Subgrupo 7. Restauración de bienes inmuebles histórico-artísticos.
- Subgrupo 8. Estaciones de tratamiento de aguas.
- Subgrupo 9. Instalaciones contra incendios.

| GRUPO | % P.E.M PROYECTO | 20% > P.E.M PROYECTO |
|-------|------------------|----------------------|
| B | 23.86% | SI |
| J | 35.61% | SI |

Por tanto, los grupos exigido a los contratistas son: GRUPOS B (Puentes, viaductos y grandes estructuras) y GRUPO J (Instalaciones mecánicas).

3. Subgrupo

Con respecto al grupo B, se tendrá en cuenta la descomposición en los siguientes subgrupos:

Grupo B. Puentes, viaductos y grandes estructuras

- Subgrupo 1. De fábrica u hormigón en masa.
- Subgrupo 2. De hormigón armado.
- Subgrupo 3. De hormigón pretensado.

- Subgrupo 4. Metálicos.

Se indica que para que sea exigible la clasificación en subgrupo, los trabajos incluidos deben suponer un coste superior al 20% del Presupuesto de Ejecución Material sobre el grupo, pudiendo no cumplirse esta imposición en casos especiales.

En la siguiente tabla se indica el tanto por ciento por partidas que sean de la incumbencia del proyecto dentro del grupo.

| SUBGRUPO | % P.E.M PROYECTO | 20% > P.E.M PROYECTO |
|----------|------------------|----------------------|
| 1 | 13.92% | NO |
| 2 | 11.44% | NO |
| 4 | 74.64% | SI |

Con respecto al grupo J, se tendrá en cuenta la descomposición en los siguientes subgrupos:

Grupo J. Instalaciones mecánicas

- Subgrupo 1. Elevadoras o transportadoras.
- Subgrupo 2. De ventilación, calefacción y climatización.
- Subgrupo 3. Frigoríficas.
- Subgrupo 4. De fontanería y sanitarias.
- Subgrupo 5. Instalaciones mecánicas sin cualificación específica.
-

De igual forma que en el caso anterior, en la siguiente tabla se indica el tanto por ciento por partidas que sean de la incumbencia del proyecto dentro del grupo.

| SUBGRUPO | % P.E.M PROYECTO | 20% > P.E.M PROYECTO |
|----------|------------------|----------------------|
| 1 | 100% | SI |

4. Categoría

Las categorías de los contratos de obras, determinadas por su anualidad media, a las que se ajustará la clasificación de las empresas se adjuntan a continuación, destacando que actualmente las categorías pasan a identificarse por un número (del 1, al 6), en lugar de por una letra (de la a, a la f) como se hacía conforme al anterior reglamento. A continuación, se adjunta la tabla conforme los dos reglamentos para que no exista lugar a confusión.

| NUEVA REGULACIÓN | | ANTERIOR REGULACIÓN | |
|------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Categoría | Valor "K" | Categoría | Valor "K" |
| 1 | <=150.000€ | A | <=60.000€ |
| 2 | >150.000€ e < ó = 360.000€ | B | >60.000€ e < ó = 120.000€ |
| 3 | >360.000 e < ó =840.000€ | C | >120.000 e < ó =360.000€ |
| 4 | >840.000€ e < ó = 2.400.000€ | D | >360.000€ e < ó = 840.000€ |
| 5 | >2.400.000€ e < ó =5.000.000€ | E | >840.000€ e < ó =2.400.000€ |
| 6 | >5.000.000€ | F | >2.400.000€ |

Como la anualidad media de las obras teniendo en cuenta el presupuesto de ejecución material es:

| ANUALIDAD MEDIA | CATEGORÍA |
|-----------------|-----------|
| 109.794,38€ | 1 |

5. Clasificación del Contratista

En el cuadro siguiente se resume la clasificación exigible al contratista, en grupo, subgrupo y categoría:

| GRUPO | SUBGRUPO | CATEGORÍA |
|-------|----------|-----------|
| B | 4 | 1 |
| J | 1 | 1 |

ANEJO Nº 19: PLAN DE OBRA

ÍNDICE:

1. OBJETO
2. CRITERIOS GENERALES
3. PLAN DE OBRA

1. Objeto

En objeto del presente anejo es recoger el plan de obra, con las previsiones de desarrollo de la obra y la inversión necesaria mensualmente.

Para su elaboración se ha tenido en cuenta el orden en que deberán desarrollarse los trabajos y los rendimientos esperables en las distintas tareas para su distribución en el tiempo.

Con este anejo se da cumplimiento a lo exigido Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se trasponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, actualmente en vigor, en el que se especifica que en los proyectos cuyo presupuesto sea superior a 350.000 euros se incluirá un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, del tiempo y coste.

También establece que en el programa de las obras se indicarán los plazos de ejecución de las principales unidades de obra consideradas en el proyecto. Este plan será de carácter indicativo y no vinculante para el contratista. Será de su responsabilidad estudiar y proponer el que estime más conveniente, de acuerdo con los equipos a utilizar, las instalaciones, etc.

Para estimar el tiempo de duración de cada trabajo se han consultado varios proyectos similares.

2. Criterios Generales

Los pasos a seguir para la elaboración del plan de obra son:

- Se parte de los volúmenes de las diversas unidades de obra a ejecutar, que se deducen del Documento Presupuesto.
- Se tiene en cuenta una composición de equipos de maquinaria que se consideran idóneos para la ejecución de las distintas unidades de obra.
- Se deducen unos rendimientos ideales en condiciones normales de trabajo a partir de las características de las máquinas que componen los equipos anteriores.

- Para cada equipo se considera un número de días de utilización al mes, a partir de las horas de utilización anual de las máquinas.
- Se determina el número de equipos necesarios de cada tipo para la ejecución de las actividades consideradas a lo largo del periodo necesario para la realización de las obras. Esto servirá de base para la ejecución del programa de barras (Diagrama de Gantt).

Como plazo de ejecución de las obras del proyecto “PASARELA PEATONAL SOBRE AC-173 (DE ACCESO A BASTIAGUEIRO)” se propone el plazo de NUEVE (9) MESES. Este plazo es de carácter orientativo, debiéndose fijar el plazo definitivo en el Pliego de Cláusulas Administrativas.

3. Plan de Obra

Se propone en el primer mes de trabajo, tras realizar el desbroce y despeje del terreno, proceder a la retirada de la tierra vegetal, para comenzar lo más pronto posible con el vaciado de los fosos para las cimentaciones; posteriormente se comenzará con la parte de la estructura metálica, ejecutando las torres.

Tras las torres se trasladará la parte del vano principal y se procederá a su soldado y colocación. Con ellos listo, procederemos en los últimos meses a la construcción del forjado, la colocación de las barandillas, así como de la cubierta, al mismo tiempo que se reharán las zonas de las aceras junto con la urbanización de la zona y colocación de la iluminación.

Cabe destacar que las partidas de seguridad y salud, así como de gestión de residuos se desarrollaran durante todo el proceso constructivo.

A continuación, puede verse un diagrama de Gantt con la duración prevista de las principales actividades y la partida presupuestaria de cada una de ellas.

| | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | IMPORTE % | P.E.M. € |
|--|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|--------------------------|-----------|
| 1. TRABAJOS PREVIOS | 975.76 | | | | | | | | | 0.89 | 975.76 |
| 2. MOVIMIENTO DE TIERRAS | 203.31 | 203.31 | | | | | | | | 0.37 | 402.62 |
| 3. CIMENTACIÓN | | | 1,495.99 | 1,495.99 | | | | | | 2.73 | 2,991.97 |
| 4 ESTRUCTURA | | | | | 19,549.53 | | | | | 17.81 | 19,549.53 |
| 5 FORJADO COLABORANTE | | | | | | 3,650.63 | | | | 3.32 | 3,650.63 |
| 6 PAVIMENTO, ESCALERAS CUBIERTA Y BARANDILLA | | | | | | | 3,077.72 | 3,077.72 | | 5.61 | 6,155.43 |
| 7 ILUMINACIÓN | | | | | | | | 3,428.83 | 3,428.83 | 6.25 | 6,857.66 |
| 8 URBANIZACIÓN DEL ENTORNO | | | | | | | | 1,388.5 | 1,388.5 | 2.53 | 2,777.00 |
| 9 APARATOS ELEVADORES | | | | | | | | 19,550.01 | 19,550.01 | 35.61 | 39,100.02 |
| 10 SEGURIDAD Y SALUD | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 1,626.74 | 13.33 | 14,640.65 |
| 11 GESTIÓN DE RESIDUOS | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 888.65 | 7.28 | 7,997.91 |
| 12 ACABADO Y VARIOS | | | | | | | | | 4,695.20 | 4.28 | 4,695.20 |
| REALIZACIÓN % | 3.61 | 2.47 | 3.65 | 3.65 | 20.10 | 5.61 | 5.09 | 27.79 | 28.08 | P.E.M. 109,794.38 | |
| REALIZACIÓN AL ORIGEN % | 3.61 | 6.08 | 9.73 | 13.38 | 33.48 | 39.09 | 44.18 | 71.79 | 100 | | |
| P.E.M. REALIZACIÓN MENSUAL | 3,694.46 | 2,718.7 | 4,011.38 | 4,011.38 | 22,064.92 | 6,165.93 | 5,593.02 | 29,960.45 | 31,577.93 | | |
| P.E.M. REALIZACIÓN AL ORIGEN | 3,694.46 | 6,413.16 | 10,424.54 | 14,435.92 | 36,500.84 | 42,666.77 | 48,259.79 | 78,220.24 | 109,794.38 | | |

NOTA: Los importes que se muestran son los de base de licitación o contrata, obtenidos aplicando los coeficientes correspondientes al P.E.M.

ANEJO Nº 20: PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

ÍNDICE:

1. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

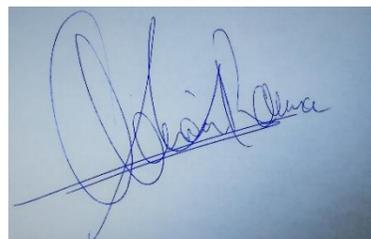
1. Presupuesto para Conocimiento de la Administración

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS | % |
|---|--|-------------------|-------|
| 01 | TRABAJOS PREVIOS | 975,76 | 0,89 |
| 02 | MOVIMIENTOS DE TIERRAS | 402,62 | 0,37 |
| 03 | CIMENTACIONES | 2.991,97 | 2,73 |
| 04 | ESTRUCTURA | 19.549,53 | 17,81 |
| 05 | FORJADO COLABORANTE | 3.650,63 | 3,32 |
| 06 | PAVIMENTO, ESCALERA, CUBIERTA Y BARANDILLA | 6.155,43 | 5,61 |
| 08 | ILUMINACIÓN | 6.857,66 | 6,25 |
| 09 | URBANIZACIÓN DEL ENTORNO | 2.777,00 | 2,53 |
| 10 | APARATOS ELEVADORES | 39.100,02 | 35,61 |
| 11 | SEGURIDAD Y SALUD | 14.640,65 | 13,33 |
| 12 | GESTIÓN DE RESIDUOS | 7.997,91 | 7,28 |
| 13 | ACABADOS Y VARIOS | 4.695,20 | 4,28 |
| TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL | | 109.794,38 | |
| | 13,00 % Gastos generales | 14.273,27 | |
| | 6,00 % Beneficio industrial | 6.587,66 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 20.860,93 | |
| TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A. | | 130.655,31 | |
| | 16,00 % I.V.A. | 20.904,85 | |
| TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN + I.V.A. | | 151.560,16 | |
| PRESUPUESTO DE EXPROPIACIONES + OTROS | | — | |
| TOTAL PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN | | 151.560,16 | |

Asciende el presupuesto base de licitación más I.V.A. a la expresada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS SESENTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

A Coruña, Octubre de 2020

EL AUTOR DEL PROYECTO



Aarón Rama Maceiras

21. IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE:

1. IMPACTO AMBIENTAL

1. Impacto ambiental

El presente anejo tiene el objetivo de realizar una valoración del impacto ambiental que pueda tener la construcción de la pasarela en el entorno en la que está ubicada. A continuación, se justificará la no necesidad de incluir un estudio de impacto ambiental detallado en este proyecto.

La pasarela está situada sobre la Avenida “Che” Guevara o AC-173, uno de los principales accesos a la localidad de Oleiros, A Coruña. Se trata de una zona principalmente residencial, en la que también podemos encontrar zonas deportivas y establecimientos de restauración. Además en los alrededores de la zona de actuación se encuentran un par de escuelas deportivas de actividades marítimas (Surf), cuyos alumnos son habituales usuarios del paso de cebra existente. También nos podemos encontrar en dirección Oleiros las instalaciones deportivas pertenecientes a la facultad de ciencias de la salud (INEF) así como el Skatepark de Oleiros, los cuales se encuentran colindantes con el último aparcamiento que se ha desarrollado en la zona.

Por las características de la zona no se considera necesario incluir un estudio de impacto ambiental detallado, considerando además que la estética de la pasarela no será negativa, dado la sencillez de la estructura y poca aparatosisidad. La normativa vigente sobre impacto ambiental en obras de este tipo es la Ley 21/2013, de 9 de Diciembre. En los Anejos I, II y III, vienen definidos los casos en los que se hace necesario este estudio:

- Anejo I. Actividades sujetas a procedimientos de evaluación de incidencia ambiental (Proyectos sometidos a la evaluación ambiental ordinaria regulada en el título II, capítulo II, sección 1ª). No se puede encuadrar este proyecto en las actividades aquí descritas.
- Anejo II. Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2ª. No se puede encuadrar este proyecto en las actividades aquí descritas.
- Anejo III: Criterios mencionados en el artículo 47.5 para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

Entre las obras reflejadas en estos anejos no se incluye ninguna de características iguales o similares a la efectuada en este proyecto por lo que estrictamente no sería necesario someter a un E.I.A a la obra proyectada. Además, la zona de ejecución de las obras se encuentra fuera de zonas de la RED NATURA 2000.