



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TESI DE MÀSTER

Màster

Màster en Enginyeria de Camins, Canals i Ports

Títol

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto, Portugal

Autor

Liam Albaladejo Kelly

Tutor

Miguel Ángel Celigueta Jordana

Departament

Departament de Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria

Data

4 de juliol de 2014

DOCUMENTO 1

MEMORIA

INDICE

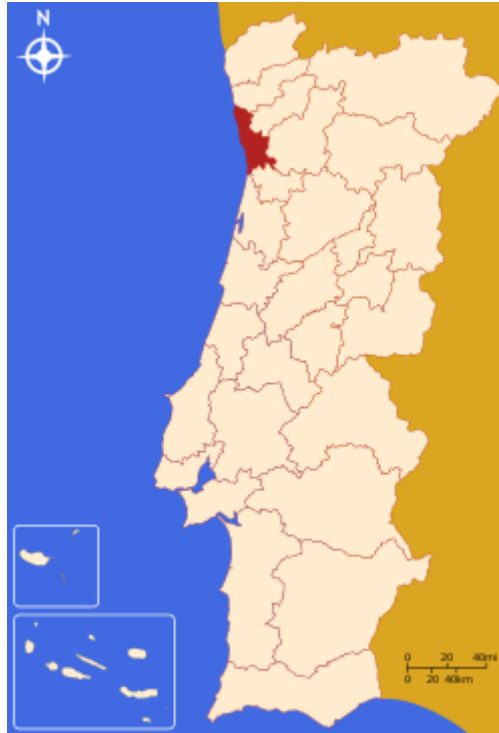
1. Situación.....	3
2. Emplazamiento.....	5
3. Razón de ser y planteamiento del problema.....	7
4. Condicionantes.....	8
5. Consideraciones en el uso de elementos prefabricados.....	15
6. Solución final adoptada.....	23

“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

1. SITUACIÓN

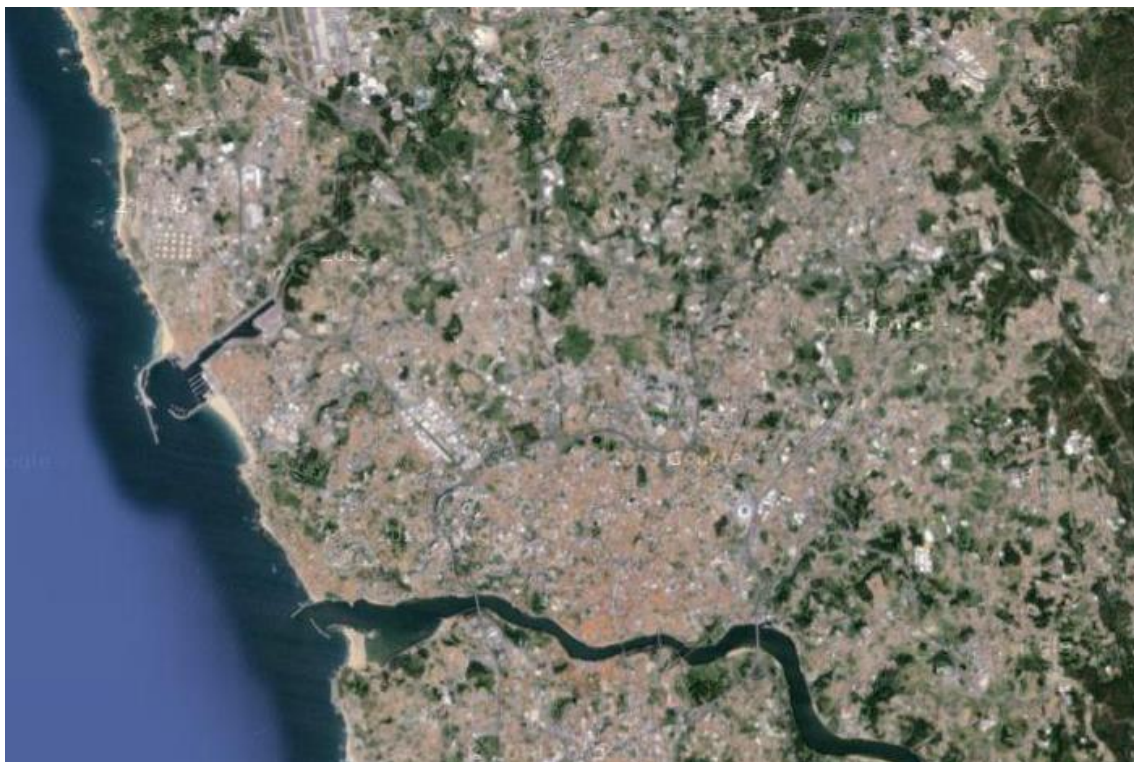
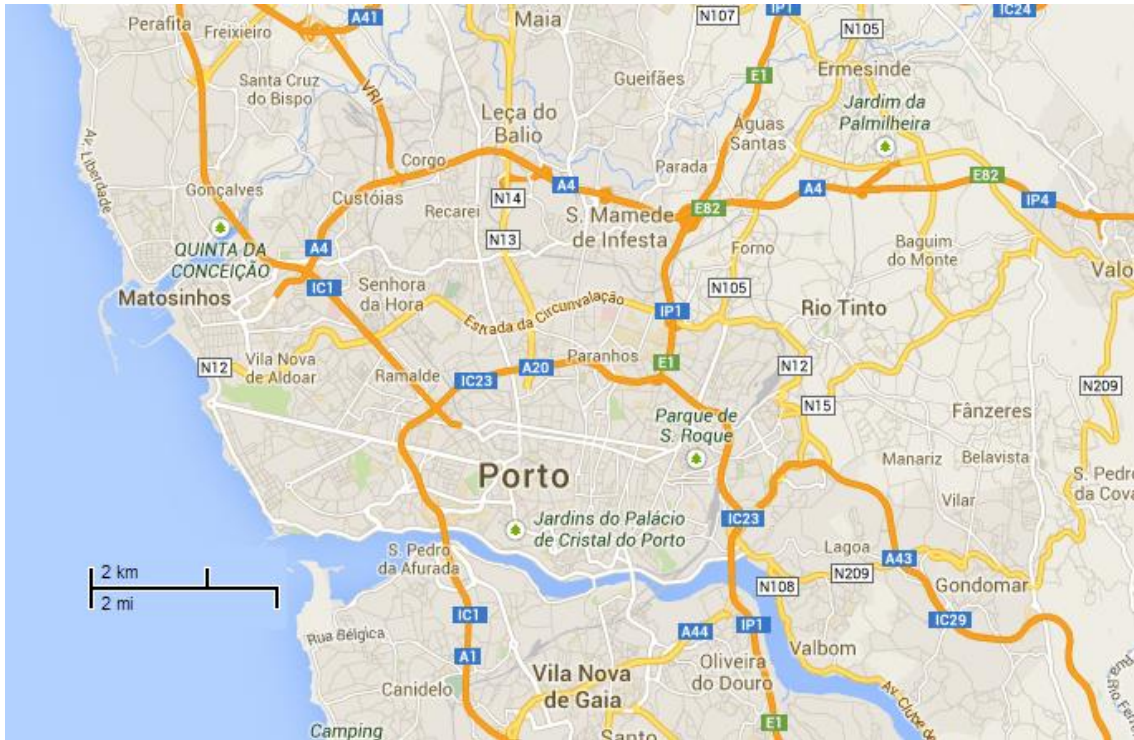
Este proyecto constructivo se sitúa en la ciudad de Oporto, una ciudad en la Región Norte de Portugal que ocupa un área total de 41.5km².

La ciudad metropolitana es constituida por los municipios adyacentes que forman entre sí un único aglomerado urbano y cuenta con una población de 1.282.492 habitantes (2014) lo que hace a la ciudad, la más poblada del Noroeste peninsular.



Localización de Oporto

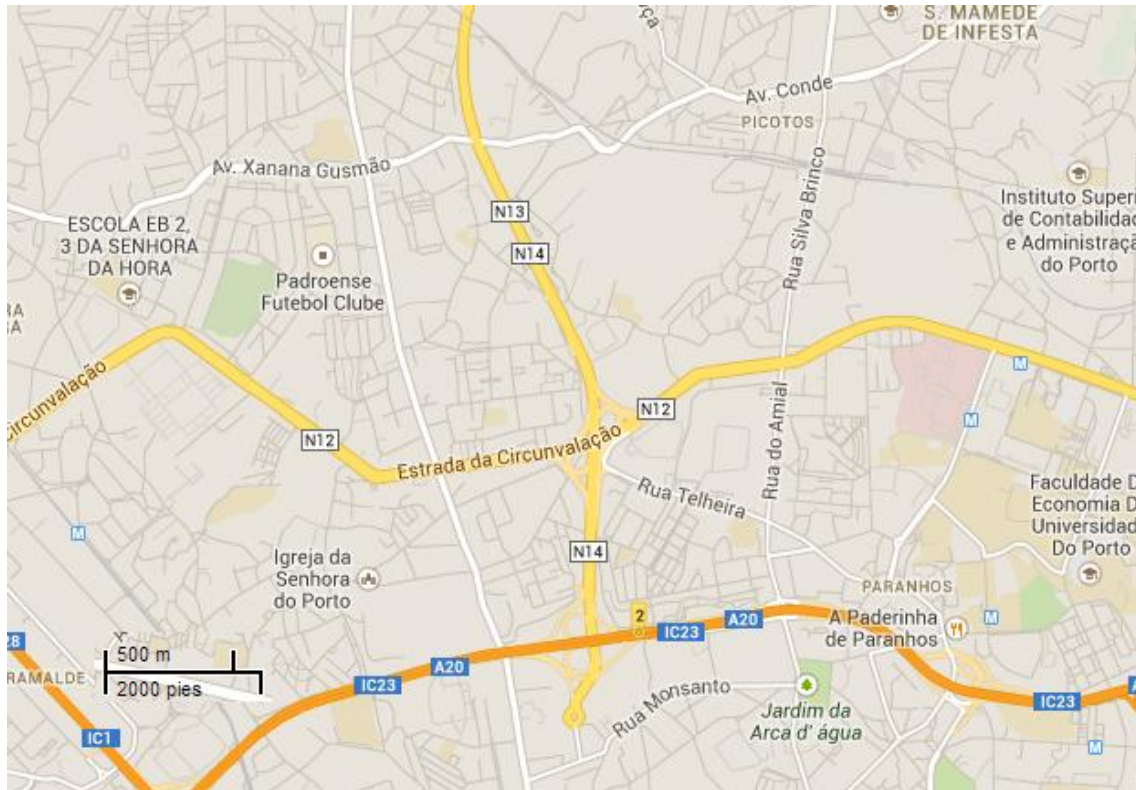
“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”



“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

2. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

Este proyecto constructivo se sitúa en la intersección entre las carreteras nacionales N12 (también llamada Rua de Circunvalação) y N12 (Via Norte).



“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”



“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

3. RAZÓN DE SER y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dados los continuos atascos a los que se ve sometida la carretera N14 en su nacimiento en el centro de Oporto (nace de un cinturón interno) de la carretera VCI, o “Via Cintura Interna” se propone un proyecto de acondicionamiento del tramo de carretera N14 en sus primeros 3 km de trazado para dar solución al problema que se viene produciendo desde hace varios años.

El proyecto consta de la ampliación de un carril por sentido en el tramo de la N14 a la altura de la intersección de las citadas carreteras. En dicha intersección, actualmente hay una obra de paso, cuya plataforma, de 22.5 m de ancho no permite adsorber la ampliación de dicho carril por sentido, por lo que se plantea el derribo y la reconstrucción de una nueva obra de paso que sí permita la ampliación de la carretera que discurre por él.

Además, en la carretera inferior, la Rua de Circunvalação o N12, también se producen retenciones, por lo que será necesaria una ampliación a medio plazo y una mejora de sus condiciones de seguridad, ya que es la carretera con mayor siniestralidad de la ciudad. La disposición de los pilares en la estructura existente no permite la ampliación de la carretera inferior ya que los pilares quedan a poco más de un metro del lateral de la carretera.

La nueva estructura habrá de tener una disposición de pilares tal que, contemple la posibilidad de poder ampliar dicha carretera inferior para que mejoren las condiciones de accesibilidad al tráfico rodado y permitir el acceso peatonal del lado Sur de la N12 al lado Norte donde hay una parada de autobús en la que para un gran número de líneas de autobús.





4. CONDICIONANTES

Consideraciones de proyecto

La elección de una solución de entre todas las posibles, depende de los condicionantes de proyecto. No obstante, se van a analizar ahora con más detalle algunos de estos aspectos , en concreto:

- Los de trazado.
- Los estructurales.
- Los constructivos.
- Los estéticos.
- Los económicos.

Aspectos de trazado

Dentro de los condicionantes que mayor incidencia tienen en la elección de una solución para un paso superior sobre una carretera o autovía, se encuentra el trazado tanto la vía superior como de la inferior.

- Vía inferior

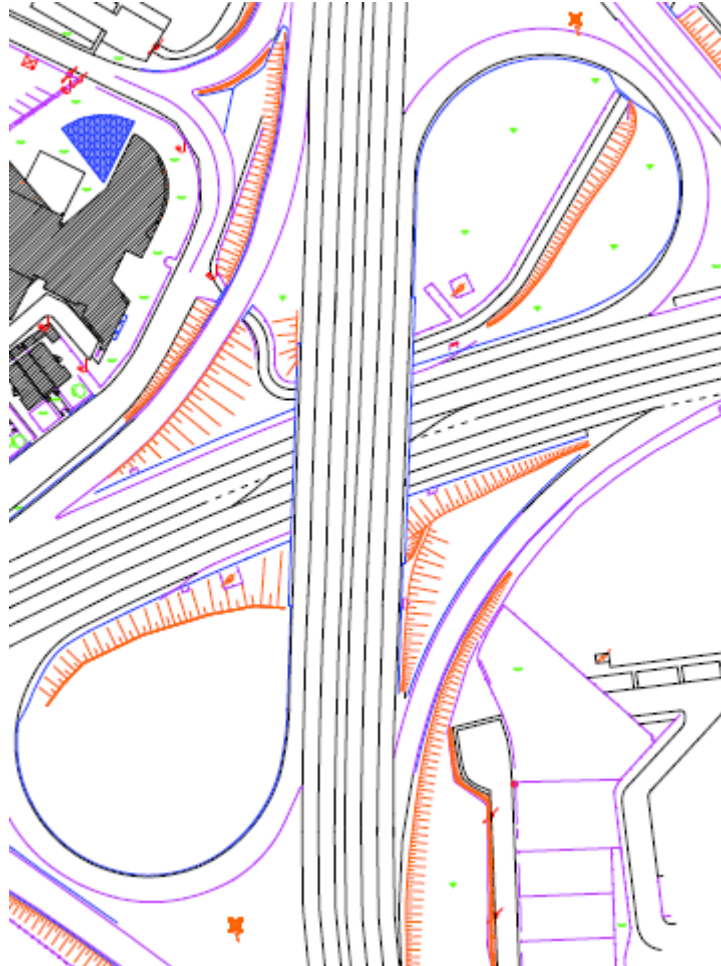
El ancho de la mediana de la vía inferior determina la posibilidad física de disponer o no en ella los apoyos del paso superior, por lo que condiciona su número de vanos. En este caso, como se puede apreciar en las fotografías adjuntas, se observa claramente como la mediana que hay dispuesta en la actualidad sí puede contemplar la posibilidad de servir de apoyo central para disminuir la luz de los vanos.

En esta decisión hay que tener también en cuenta los aspectos funcionales de la vía inferior, puesto que se verán afectados por la existencia o no existencia de pilas en la mediana.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

Asimismo, debe considerarse la posibilidad de la ampliación de la vía inferior y la posición previsible de dicha ampliación, que será por el interior, ya que las condiciones de trazado no permiten que dicha ampliación sea por el exterior.

Las luces de la obra de paso se fijan atendiendo también a la existencia, en la zona de la estructura, de ramales, sobrecanchos e incorporaciones en la vía inferior, así como a los resguardos funcionales fijados desde la calzada a los obstáculos laterales en función de la capacidad deseable para esta vía inferior.



- Vía superior

Su trazado tiene una gran influencia en el proyecto de la estructura, tanto por su definición en planta como en alzado.

El trazado en planta define la curvatura de la estructura y su esviaje respecto a la calzada inferior. Atendiendo a consideraciones tanto económicas como estructurales y estéticas, son preferibles las soluciones no esviadas. En este caso, tal y como se puede observar en la imagen anterior, el trazado en planta de la carretera inferior sí tiene un esviaje con respecto de la superior. El ángulo de esviaje es de 21° con respecto de la perpendicular al eje de la carretera superior, N14 (o Vía Norte). Lo que implica que los gálibos horizontales de magnitud considerables, por lo que se hace obvio el emplear la mediana como apoyo.

En el caso de los viales de anchuras importantes, como es el caso (actualmente la N12 en dicho tramo tiene un total de 3 carriles por sentido con una mediana de 4.5 metros) cia, al

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

estar trazado más condicionado, su modificación resultará menos sencilla.

Aspectos estructurales

- El primer condicionante es la luz máxima de vano de la obra de paso. Incluso cuando no se pueden disponer pilas en la mediana, las luces máximas no superan los 45 ó 50 metros, por lo que una de las tipologías que mejor se adapta es la de losa.
- Otro condicionante de importancia en el proyecto de la estructura, si las soluciones son continuas o hiperestáticas, es la relación o compensación de luces entre los diversos vanos. La relación óptima para compensar los esfuerzos en una viga continua corresponde a vanos centrales de luces iguales, y vanos laterales con luces del orden del 80% de las de los centrales. Cualquier desviación que se produzca respecto a este porcentaje penalizará los esfuerzos en algunas zonas de la estructura y, por tanto, las cuantías de materiales y la economía de la obra.

Debe tenerse en cuenta que la disposición de vanos laterales de luces inferiores al 50 ó 55% de los centrales, suele obligar a adoptar disposiciones especiales que eviten el levantamiento de los apoyos extremos.

También hay que considerar que cuanto mayor es la luz del vano lateral, más longitud tiene el puente, por lo que a pesar de que al adoptar unas luces compensadas, el coste por unidad de superficie del tablero es más barato al optimizarse el empleo de los materiales, el coste de la estructura puede resultar mayor al ejecutarse más superficie de tablero.

Aunque es difícil fijar a priori la mejor longitud para optimizar el coste total, puede estimarse que en puentes de tres vanos, una buena solución es disponer un tramo lateral de 0,5 a 0,6 veces la luz del vano central; y en puentes de cuatro vanos, de 0,6 a 0,7 veces la luz del vano central.

- En los casos habituales de estructuras con longitud total moderada (inferior a 100m) y para anchos de plataforma menores de 10 m, la acumulación de esfuerzos de torsión hacia los extremos del tablero no suele ser determinante, o en todo caso obliga a aumentar algo la relación canto/luz, por lo que pueden diseñarse estructuras con apoyo único centrado y pilas de un único fuste circular o prismático, que mejoran la estética del puente y resultan más económicas.

Para anchos totales de plataforma superiores a 12 m, suele ser más económico disponer dos o más apoyos por línea, con pilas de tipo tabique o de varios fustes. Esta disposición resulta imprescindible para longitudes de tablero importantes:

- Por lo que respecta a los estribos se ha de procurar evitar, siempre que sea posible, la contención de las tierras, diseñando la estructura de forma que los vanos laterales se utilicen para los derrames de las mismas. Esta disposición aumenta la amplitud visual de la estructura, mejorando su aspecto formal.
- No obstante en puentes de dos vanos es necesario disponer estribos cerrados, ya que de lo contrario el aumento de luz de los vanos haría antieconómica la solución. Partiendo de estas premisas, las soluciones de estribo más habituales serán las correspondientes a estribos abiertos con o sillar-cargadero. Sólo en el caso de alturas moderadas de estribo (hasta unos 5 m), suele ser más barato y constructivamente más sencillo, un estribo cerrado con una pequeña aleta que permita el derrame del terraplén por delante

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

del estribo.

Aspectos constructivos

El aspecto que más influye en la construcción del paso superior, y que condiciona su proyecto, es si el vial inferior está o no en servicio durante su construcción.

Si el vial inferior no está en servicio, puede emplearse cualquiera de los métodos constructivos habituales, fundamentalmente el cimbrado completo de la estructura, que suele resultar lo más económico en el caso normal de longitudes totales de la estructura moderadas hay alturas sobre el terreno inferiores a 10 metros.

Si el vial inferior se encuentra en servicio durante la construcción de la estructura, han de analizarse con detalle las circunstancias de la construcción. Si el gálibo vertical lo permite, podrá recurrirse al empleo de cimbras con vigas apoyadas en torres que salven las circulación inferior, dotándolas de las protecciones necesarias.

De no ser así, deberá recurrirse al empleo de elementos autoportantes (v.g. Vigas de hormigón pretensado o vigas de acero para soluciones mixtas Colocados mediante grúas, soluciones empujadas, etc., que no condicionen, o lo hagan de manera mínima, la circulación inferior. En cualquier caso, habrá que estudiar cuidadosamente el programa de trabajo para minimizar las molestias que cualquier obra produce sobre la circulación.

En este caso, no solo la carretera inferior estará en servicio durante la construcción, si no que además tiene una intensidades de tráfico muy elevadas en horas punta (a primera hora d ela mañana y a última hora de la tarde, como se verá en los correspondioentes anejos de movilidad de la ciudad de Oporto, y un estudio de tráfico realizado para la N14 con datos del 2013).

La elección de la tipología de los estribos también puede venir condicionada por el programa previsto para la obra. Si se construye en primer lugar la estructura y posteriormente se realiza el terraplenado, es necesario proyectar estribos independientes del mismo, por lo que la solución más recomendable es la de estribos abiertos con pantallas cimentadas en el terreno natural o, si la altura es moderada, estribos cerrados que permitan el derrame de las tierras por delante mediante una pequeña aleta.

Si los terraplenes de acceso a la estructura pueden ejecutarse con anterioridad a la construcción de ésta, la solución más económica es la de cargadero sobre el terraplén con cimentación directa en el mismo para estructuras isostáticas, o soportando por pilotes que transmitan las cargas al terreno natural en el caso de estructuras hiperestáticas. Como ya ha quedado dicho en numerosas ocasiones, es fundamental una correcta evaluación y ejecución para evitar que se produzcan movimientos que afecten a la funcionalidad de la estructura desde el punto de vista de la rodadura.

En el caso abordado los estribos son del tipo cerrado que permite el derrame de tierras por delante.

Aspectos estéticos

El factor que mayor influencia tiene en la estética de un paso superior es su amplitud respecto al vial inferior. Por este motivo deben evitarse los estribos cerrados, que producen un efecto pantalla indeseable. En general deben proyectarse, cuando sea posible, vanos laterales que

“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

aumenten la amplitud del paso. Como ya se ha dicho, estos vanos laterales se utilizan para el derrame de las tierras de los terraplenes de acceso o del talud del desmante, lo que disminuye, por otra parte, el coste de los estribos.

La utilización de luces importantes tiene por otra parte el inconveniente de aumentar el canto necesario en la estructura disminuyendo la diafanidad vertical, sobre todo en el caso habitual de alturas de rasante moderadas.

Otro aspecto importante en la apariencia global de la obra son sus proporciones. Resulta de gran importancia la relación entre la altura y la luz de los vanos. Las relaciones que mejor aspecto producen son las comprendidas entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$. Es por esto que la utilización de luces elevadas puede producir efectos no convenientes desde el punto de vista estético, aparte del problema del aumento de canto. Para el caso habitual de alturas de paso estrictas o moderadas, es recomendable, si las condiciones funcionales de la vía inferior lo permiten, disponer apoyos en la mediana con objeto de reducir las luces de la estructura, y mejorar la relación de los vanos. Las consideraciones anteriores deben conducir, en los casos habituales, al proyecto de estructuras de tres o cuatro vanos que, por otra parte, como se verá a continuación son las más económicas.

También influye en la estética de la estructura su esbeltez. Por lo general, un aumento de ésta mejora la apariencia de la estructura siempre que no se superen unos límites razonables, lo que produciría una indeseable sensación de debilidad.

Resulta, asimismo, importante la sencillez y limpieza de formas. En general cuanto más complicado sea el trazado del vial superior, más sencilla debería ser la geometría de la estructura para evitar la acumulación de líneas que producen un conjunto confuso de estética dudosa. En este sentido, además de por los problemas de ferrallado que puede implicar, debería evitarse la utilización de cantos variables en el caso de puentes esviados como es el caso. Tampoco es en estos casos recomendable el empleo de secciones transversales complejas, como pueden ser las nervadas siendo preferibles, las secciones de fondo continuo tipo losa.

Por otra parte, son de gran importancia para el aspecto de la obra, unos buenos acabados.

No hay que olvidar tampoco el papel de los elementos funcionales. Un diseño cuidado de las impostas y los pretilos dará lugar a un conjunto armónico que realzará la estética de la obra. No tendría mucho sentido encarecer la estructura llevando al límite su esbeltez si luego se dispone un pretil opaco que produzca la sensación de un canto aparente mucho mayor que el real. Asimismo, si no se disponen los oportunos detalles y sistemas de drenaje para evitar que el agua discurra por los paramentos, ninguna de las anteriores consideraciones tendrá sentido alguno. Este aspecto resulta de especial relevancia, como ya se ha indicado, en el caso de estructuras mixtas realizadas con aceros autopatinables sin protección exterior.

Las consideraciones anteriores son también de aplicación a las pilas. Sus formas deben ser sencillas y esbeltas, evitándose geometrías que contradigan las formas del tablero. En general suelen resultar adecuados los fustes cilíndricos o prismáticos y las pantallas con remates del mismo tipo.

Aspectos económicos

de forma general se puede afirmar que las soluciones hiperestáticas resultan más baratas que las isotáticas, por estar sometidas a menores esfuerzos.

Para los pasos superiores habituales, se puede estimar que el coste del tablero se sitúa entre el 70 y el 85% del coste total de la estructura. Es por esto que su optimización tiene una gran importancia en el presupuesto de la obra. En este sentido hay que tener en cuenta que:

- El coste del tablero, a igualdad de superficie, es en primera aproximación, proporcional a la luz máxima de la estructura. Esta consideración conduce a limitar, dentro de lo posible, las luces, por lo que en general será preferible apoyar en la mediana, es decir, en los casos más frecuentes resultará más ventajoso el proyecto de estructuras de cuatro vanos que el de las tres.
- A igualdad de luces y topología, las cuantías de los materiales, y por lo tanto el coste del tablero, son proporcionales a su superficie. De ahí que deba prestarse especial atención a la longitud de los vanos laterales, que, como ya se ha indicado anteriormente, deben compensarse con las luces de los centrales, en aras de la optimización estructural y económica. Este tipo de consideraciones puede conducir, en el caso de vanos centrales a luz elevada, a aumentar la longitud total de la estructura y su coste.

Para puentes de tipología losa, se indican unos costes orientativos por unidad de superficie del tablero, así como la repercusión en el coste total del puente, del tablero, las pilas y estribos. También se incluye el coste de una solución mixta de tres vanos con un sólo cajón. En la estimación de estos costes orientativos para las luces habituales de pasos superiores de autovía, se ha partido de las siguientes premisas:

- ancho de los tableros en torno a los 10 metros;
- longitud total de las estructuras entre 60 y 80 metros;
- gálibos de carretera normales;
- y cimentaciones directas.

Económicamente la mejor solución es la de cuatro vanos de hormigón. La solución de dos vanos se ve penalizada en exceso por los estribos, que deben ser cerrados con muros en vuelta para contener las tierras, lo que también es peor, como ya se ha dicho, desde un punto de vista estético.

Soluciones Viables

De acuerdo con todas las consideraciones anteriores, y cumpliendo con las condicionantes funcionales de la estructura, en este caso la solución más adecuada es la de un tablero continuo de cuatro vanos, en la que los laterales tengan unas luces entre el 50 y el 70% de las de los centrales.

Para esta solución, el tipo de la estructura óptimo es la de losa de canto constante con sección transversal “tipo A” definida en la guía técnica.

Dependiendo de las luces principales se puede afirmar que, para luces inferiores a 18m, el óptimo económico se consigue con soluciones en hormigón armado, y para luces superiores a 20 m, con soluciones en hormigón pretensado. Entre 18 y 20 m deberán ser otros criterios los que decidan la solución a emplear. En el caso abordado, si se colocan los pilares en la mediana de la carretera inferior, se puede optar por emplear vanos iguales de 29 m en cada uno de los tableros. Por lo que 20 de las 40 vigas prefabricadas tendrán las mismas dimensiones, lo que facilitará el montaje y la construcción a la vez que mejorará la estética. Cabe destacar que los ejes de los pilares tendrán un esviaje igual al esviaje de la carretera inferior, lo que mejorará la estética del conjunto.

En los casos en los que no resulta posible o conveniente disponer apoyos en la mediana de la vía inferior, las soluciones de tres vanos son por lo general las más indicadas. Como las luces del vano central suelen ser mayores que en los pasos de cuatro vanos, lo más frecuente serán losas de hormigón pretensado con secciones transversales de canto constante o variable, o soluciones mixtas acero-hormigón. En este caso, la geometría de la carretera inferior sí permite la colocación de apoyos en la mediana, por lo que se optará por una solución de cuatro vanos con apoyos en la mediana.

Un aspecto funcional de la mayor importancia es la existencia de juntas en la calzada. Como regla general debe disminuirse su número al mínimo posible. Para puentes de longitud total moderada, suele ser suficiente su disposición únicamente en los estribos.

Como las soluciones más recomendadas para las pilas, se pueden considerar los fustes cilíndricos de sección circular o prismática, o los tabiques con remates del mismo tipo.

Por lo que respecta a los estribos, la solución óptima depende fundamentalmente de su altura. En los casos de cimentación directa, para una altura de hasta unos 5m y desde el punto de vista constructivo y económico, son preferibles los estribos cerrados con una pequeña aleta que permita el derrame de las tierras por delante del mismo. En este caso las alturas de los estribos son de alrededor de los 6-7 metros, por lo que se ha considerado una opción de este tipo, a base de estribos cerrados con el derrame de tierras por delante

ELEMENTOS FUNCIONALES

Los elementos funcionales, a pesar de que por tener un coste mucho menor que el correspondiente a los elementos estructurales, no se les suele prestar la atención que merecen, tienen una gran importancia no ya desde el punto de vista estructural y resistente, sino también desde el punto de vista funcional, de durabilidad y de conservación.

En este apartado se van a dar ideas muy someras sobre:

- los apoyos;
- las juntas;
- las barreras y pretilas;
- y el drenaje;

ya que son o van a ser analizados con mayor detalle en otros documentos de este proyecto.

APOYOS

Los aparatos son los elementos a través de los cuáles el tablero transmite las acciones que le solicitan a las pilas y/o los estribos. Establecen, por tanto, una vinculación entre estos elementos que condiciona una gran medida el diseño de la subestructura y, en menor medida, el del tablero. A este respecto es especialmente importante resaltar el hecho de proyectar las zonas de apoyo en pilas y estribos, siempre se ha de tener en cuenta:

- Que sea posible la colocación de todos los dispositivos que se requieran para la sustitución de los apoyos una vez que estos hayan alcanzado su vida útil.
- Que no se produzca la acumulación de agua, sino que por el contrario se realice una

correcta evacuación.

El diseño de los apoyos propiamente dichos está condicionado por las cargas que transmite el tablero y sus movimientos en línea de apoyo.

Los apoyos que se utilizan en las obras de paso aparecen ampliamente tratados en documentos de la Dirección General de Carreteras. No obstante, se describen a continuación muy brevemente los tipos que más frecuentemente se utilizan en las estructuras que se contemplan en este documento:

- El más común es el apoyo de neopreno zunchado. Las cargas verticales condicionan, en principio, las dimensiones en planta del apoyo, mientras que las acciones horizontales y movimientos del tablero, en función de la flexibilidad de la subestructura, suelen condicionar su espesor.
- Cuando los puentes son de gran longitud y las pilas excesivamente rígidas, es necesario recurrir a apoyos deslizantes que desvinculan, salvedad hecha del rozamiento, el tablero de las pilas en las direcciones que no se coaccionan mediante guías.

En ocasiones, cuando las reacciones verticales del tablero son elevadas, no es posible absorberlas con apoyos de neopreno, cuya tensión de trabajo limitada a 15 N/mm², siendo necesario recurrir a los denominados apoyos de tipo “caja” o “pot” que pueden trabajar a tensiones del orden del doble que los de neopreno. La vinculación que estos apoyos, establecen entre el tablero y la subestructura puede permitir sólo el giro relativo; añadir el libre desplazamiento en una dirección pero impedirlo en la perpendicular, apoyo deslizante unidireccional; o permitir movimientos completamente.

En este caso se ha optado por una solución a partir de apoyos de neopreno zunchado.

5. CONSIDERACIONES EN EL USO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

Este apartado pretende definir los parámetros a considerar durante las fases de proyecto y construcción de la obra de paso con elementos prefabricados de hormigón estructural. Se ha considerado cada una de las recomendaciones para el uso de este tipo de elementos.

Aquí se dan las razones por las cuales, el proyectista de este proyecto, ha considerado oportuno el análisis, dimensionamiento, valoración y planificación de una solución del tablero a partir de vigas prefabricadas y losa de compresión in situ.

Las ventajas del empleo de este tipo de solución, son obvias. Algunas de ellas son por ejemplo, su menor costo, su facilidad constructiva, la eliminación de cimbras, la mayor rapidez de construcción, la menor afección al tráfico inferior de la vía existente en el cruces con viales en servicio, la facilidad de ampliación futura (nula en el caso de puentes "in situ"), su isostaticidad y menor peso por lo que se ven menos condicionadas por las características del terreno para cimentar, etc..

Dadas las ventajas enunciadas anteriormente que estos elementos proporcionan en numerosos casos: menores costos, reducción del plazo de ejecución, menor interferencia a

“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

tráficos existentes (esta faceta es decisiva en el proyecto abordado) y la mayor facilidad constructiva, lo que se suele traducir en condiciones de ejecución más seguras, el proyectista a contemplado la posibilidad de analizar, diseñar, valorar y planificar una solución a partir de este tipología estructural.

USO DE ESTE TIPO DE SOLUCIÓN A LO LARGO DE LA HISTORIA

Durante muchos años, incluido el comienzo del primer plan de carreteras hasta el año 1989, los tableros isostáticos de vigas prefabricadas se utilizaron con profusión en los puentes de la Red de Carreteras del Estado, tanto para pasos superiores como en pasos del tronco sobre distintos accidentes geográficos, naturales o artificiales (ferrocarril, enlaces, etc). Los ejemplos son numerosos en las autovías de primera generación y se podrían citar, entre otros, los siguientes tramos: Madrid-Toledo; Madrid-Bailén; Madrid-Zaragoza; Adanero-Benavente; Madrid-Talavera, etc. En el caso de los pasos superiores, las estructuras, en general, más visibles para el usuario, la valoración estética que se puede hacer de los mismos es, cuando menos, discutible, pero desde un punto de vista funcional y económico, la valoración es sin duda positiva.

A veces, se asocia a las vigas prefabricadas a la insuficiente estética, sin tener en cuenta otras consideraciones como coloraciones del hormigón, tipo de encofrados, impostas, tipo de pilas, etc.

Últimamente se ha generalizado el proyecto y construcción de viaductos "in situ", cuando las soluciones prefabricadas podrían ser igual de válidas y, sobre todo, en general, menos costosas. Se proyectan grandes viaductos y puentes, no necesarios, en general, por razones funcionales pero que desde un punto de vista estético quedan bien, asociando muchas veces estética a la gran luz y/o a formas, tipologías y procedimientos constructivos complicados, originando obras, en ocasiones, más costosas que otras alternativas más sencillas que se descartan, en general, por eso, por ser más sencillas, y en teoría, menos "emblemáticas".

Coincide una época en la que se crea, en definitiva, no con carácter general, un ambiente en contra de las soluciones con vigas prefabricadas y de los prefabricados en general. Además, se establecen una serie de criterios que pretenden ser conceptuales y juicios de valor poco favorables a los puentes de elementos prefabricados, y a los prefabricados. en su conjunto.

Entre los aspectos negativos que se asocian a los puentes de vigas prefabricadas se podrían citar:

- Su escasa valoración estética. La estética como valor absoluto, cuando hay muy buenos ejemplos de lo contrario, y también de estructuras "in situ" poco afortunadas.
- Mayores problemas de conservación y durabilidad frente los contruidos "in situ".
- Excesivo número de juntas en el tablero. Hay una creencia, errónea en general, de que la circulación sobre los puentes con tableros de vigas prefabricadas es más incómoda, a causa de las juntas de dilatación.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

- El problema de las contraflechas se asume como exclusivo de los tableros prefabricados por ser secciones con menos hormigón y más pretensado, en general, que las soluciones "in situ".

En este apartado del proyecto se pretende establecer una serie de directrices empleadas para la sistematización del estudio técnico económico de la solución basada en el empleo de elementos prefabricados de hormigón estructural, la utilización de dichos elementos prefabricados e incidir sobre algunas cuestiones relativas al proyecto, construcción y control de ejecución que permitan mejorar la seguridad, funcionalidad y durabilidad de esta estructura, asegurando asimismo la correcta aplicación de la normativa técnica, especialmente en todo lo que se refiere a la Instrucción de hormigón estructural (EHE) y a los Eurocódigos.

Por todo ello se ha dispuesto lo siguiente:

En este proyecto de carretera que incluye una obra de paso, en la fase de diseño y definición de la tipología a proyectar es preceptivo un estudio técnico, económico y funcional en el que se incluye una solución basada en elementos prefabricados de hormigón estructural, ya que se ha supuesto que esta opción resulta posible y ventajosa para los condicionantes establecidos previamente.

CONSIDERACIONES ESTÉTICAS

Desde un punto de vista estético, la estructura está condicionada por una serie de factores, que han sido considerados en la fase de proyecto y se dan premisas a ser consideradas durante la fase de construcción:

Diseño de las impostas.

Colocación de vigas a tope con los bordes del tablero. Se trata de un recurso constructivo muy cómodo ya que evita tener que hormigonar los voladizos laterales, utilizando solo placas de encofrado perdido entre las vigas, pero que penaliza la estética. En este caso se ha considerado esta opción aunque se intentará compensar su impacto estético mediante la mejoría estética de otros elementos.

Separación excesiva entre las culatas de las vigas, dando sensación de discontinuidad y de ser endeble y frágiles, sin motivo que lo justifique. En este caso se deja un espaciamiento de culatas de diez centímetros. A parte el dintel tendrá una prolongación tal que cubra dicho espaciamiento des del punto de vista de cualquier ángulo desde el suelo de la carretera inferior.

Los múltiples planos con distinta inclinación en el lateral de las vigas doble T dan lugar a una superficie excesivamente facetada que, además se potencia si las vigas están completamente al borde de la losa.

Lo indicado, que sólo en parte tiene que ver con que el tablero sea prefabricado, son características comunes de las soluciones con vigas prefabricadas, en particular, en el caso de los pasos superiores.

“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

El cuidar este tipo de detalles permite obtener soluciones razonablemente estéticas. Por ejemplo, adoptando soluciones con vigas prefabricadas con coloraciones uniformes, que den alzados laterales de calidad; cuidando la separación entre culatas, llevándola al mínimo compatible con las tolerancias de ejecución y montaje.

Las impostas, barreras y barandillas son, por otra parte, magníficos elementos complementarios que bien diseñados pueden conseguir en el conjunto unas soluciones con suficiente estética. Por ejemplo, si la imposta tapa las facetas de la cabeza de compresión de las vigas quedando tan solo vista la cabeza inferior.

En síntesis, la estética, tiene que ver con los acabados y coloraciones uniformes del hormigón, con las impostas, con el tipo y diseño de las pilas, así como con la correcta evacuación del agua del tablero sin que deje manchas; con la separación entre culatas, con no disponer las vigas a tope con el borde de la losa de compresión del tablero o sí. En definitiva, con el cuidado de los detalles de acabado a los que a veces, y no sólo en el caso de puentes prefabricados, no se les presta la necesaria atención. Un ejemplo de mal diseño es que cuando el eje de la calzada es recto en planta, con vigas doble T, sus cabezas se disponen siempre, en la práctica habitual, a tope con el borde de la losa. En este proyecto se dispondrá viga de borde a tope con la losa por requerimientos de rigidez del tablero. Aunque no sea muy estético esta es la decisión que se ha tomado y se intentará contrarrestar el impacto estético cuidando el diseño de otros elementos

En resumen, se deben de cuidar los detalles de diseño y acabado y utilizar soluciones imaginativas, que sin encarecer el puente, consigan un buen acabado y sobre todo, y lo que es más importante, un buen encaje en el entorno en el que se encuentran.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE GÁLIBO VERTICAL

Las soluciones con vigas prefabricadas para pasos superiores tipo de autovía, adoptando, como es habitual, soluciones con cuatro vanos, modulados 0.5L-L-L-0.5L son menos esbeltas que las equivalentes de losa "in situ". Con vigas prefabricadas las relaciones canto/luz están en torno a 1/16-1/18, y con losas "in situ", entre 1/21 y 1/23. Para luces mayores, que no es el caso de los pasos superiores tipo, las losas pueden alcanzar relaciones canto/luz de 1/28-1/30, y las vigas isostáticas seguirían estando en 1/16-1/18 (incluyendo la losa de compresión).

Esta circunstancia, con gálibos estrictos como es el caso, de adoptar soluciones con vigas prefabricadas, puede condicionar apreciablemente el movimiento de tierras en los pasos superiores, pero para soluciones de cuatro vanos la diferencia tampoco es excesiva y, además no siempre los gálibos son absolutamente estrictos. En el caso de soluciones sin pila en mediana de dos o tres vanos, también muy utilizadas, las ventajas de las losas "in situ", en lo que se refiere a la esbeltez, son evidentes, al aumentar las luces máximas de vano. Por el contrario, en el caso de puentes tipo de cuatro vanos, las soluciones hiperestáticas exigen cimentaciones a terreno natural, los clásicos estribos abiertos o cerrados, con pequeñas aletas en vuelta, mientras que las soluciones con vigas prefabricadas, tramos isostáticos, permiten disponer "sillas-cargadero" sobre los terraplenes, de menor costo, más rápidos de ejecutar, y menos condicionados por las características del terreno de cimentación, que los estribos convencionales sean éstos abiertos o cerrados.

CONSIDERACIONES DE DURABILIDAD, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN

Los elementos prefabricados pueden tener algunas ventajas intrínsecas desde el punto de vista de la durabilidad. Los hormigones de las vigas son de mayor resistencia que los de las soluciones "in situ" y, en general, mayor resistencia implica menos permeabilidad. Al estar contruidos en parques de prefabricación el control de calidad es, o debería ser, más eficaz que en las soluciones "in situ". Las calidades del acero, los recubrimientos, los áridos, el cemento, se ven, o deberían verse, más garantizados que en el caso de la construcción "in situ".

Desde el punto de vista de la durabilidad y, consiguientemente, de los costes de conservación que conlleva si aquélla no es adecuada, a los tableros de vigas prefabricadas, se les ha achacado, en ocasiones, los siguientes defectos intrínsecos:

Los problemas de durabilidad, motivados por el agua y las sales, no son exclusivos de las soluciones con vigas prefabricadas, pudiendo darse ejemplos de ambas tipologías. Por otra parte, hasta 100-120 metros de longitud total de puente, en los tableros de vigas prefabricadas, sólo se disponen juntas en los extremos para evitar un excesivo número de juntas que siempre, por muy eficaces que sean, son caminos de entrada de agua a las vigas ya la cabeza de pilas y estribos. En el caso abordado hay un total de 2 juntas por estructura longitudinal, todas ellas colocadas en los extremos del paso superior, por lo que la entrada de agua no se ve como una amenaza en este caso.

Mala evacuación del agua de los tableros por la dificultad de disponer correctamente los desagües del tablero.

Por ello la utilización de las juntas más idóneas ha sido objeto de estudio en la fase de proyecto. En este caso, este aspecto se ha evaluado en el correspondiente apartado de elementos funcionales de la estructura.

El desagüe del tablero, al tratar de llevar las vigas lo más al borde posible de la losa, en compatibilidad con el trazado en planta, para evitar encofrados y prelosas autoportantes, ha obligado a disponer soluciones de desagüe que eviten derrames en el paramento de las vigas con los consiguientes problemas combinados de falta de estética y de durabilidad.

Por su gran importancia en la durabilidad, en la fase de proyecto se ha prestado una atención especial al sistema de drenaje del tablero. En este sentido se ha tenido en cuenta, al distribuir las vigas a lo ancho de la sección transversal del tablero, la posición de los sumideros de forma que el desagüe no requiera disponer taladros en el prefabricado ni colocar tubos horizontales, embebidos en la losa-forjado, con longitudes superiores a 1,0 m y pendientes inferiores al 2,5%.

En los casos de desagües con vertido libre se ha cuidado que el agua evacuada no afecte a los paramentos del elemento prefabricado. Asimismo, se prevé que, por razones medioambientales, no se permite el vertido libre de los desagües, el correspondiente sistema de colectores longitudinales y balsas de decantación, procurando que aquellos queden ocultos por el prefabricado pero sean fácilmente sustituibles.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

En síntesis, ha resultado imprescindible estudiar correctamente la disposición de los sumideros y los correspondientes tubos de desagüe. En definitiva, hay que evitar que el agua pueda entrar en contacto con el elemento prefabricado.

CONSIDERACIONES DE JUNTAS Y APOYOS

Ya se ha comentado en el apartado anterior que con tableros de vigas prefabricadas la máxima distancia entre juntas de dilatación, con la disposición de losas de continuidad o, más recientemente, articulaciones entre las losas de compresión de los tableros con pasadores de acero inoxidable, suele estar próxima a los 100-120 metros. Aunque los movimientos sean menores que los de las soluciones de hormigón "in situ" -parte de la fluencia y la retracción de las vigas ya se ha producido al llegar éstas a la obra- también debe ser obligado disponer juntas de gran calidad. Es práctica poco recomendable disponer juntas de perfil comprimido de neopreno, entre guardacantos metálicos, que suelen tener poca durabilidad, originándose una rodadura poco confortable.

En otros países de nuestro entorno resulta habitual proyectar y construir viaductos con vigas prefabricadas de gran longitud (500-600 metros), con juntas solo en los extremos. El sistema es muy simple y está basado en la utilización de apoyos provisionales con posterior hormigonado de riostras "in situ" y disposición definitiva de apoyos de neopreno y deslizantes. Es una solución que en España no se ha utilizado pero que resulta muy fácil de proyectar y construir.

Con respecto a los apoyos, al ser las vigas rectas, si las rasantes tienen pendientes por encima del 1 % es necesario proyectar y disponer cuñas de acero galvanizado entre la viga y el apoyo para asegurar la condición de planeidad y horizontalidad en el mismo. En el caso abordado, el pendiente es del 1% así que en posteriores apartados se analizará esta opción. Si este aspecto no se tiene en cuenta se pueden sobrecargar los apoyos más de lo que se había supuesto en proyecto, comprometiendo su vida útil.

CONTRAFLECHAS

Los elementos prefabricados llegarán a obra con unas contraflechas apreciables. La razón es sencilla ya que el pretensado dispuesto debe compensar no sólo el peso propio del elemento sino también las cargas muertas y sobrecargas que en el futuro actúen sobre el tablero. Estas contraflechas, sobre todo en el caso de tramos por debajo de los 15-20 metros, suelen quedar visibles, incluso después de colocar la losa de compresión del tablero y las cargas muertas, dando lugar a un efecto de comba que resulta poco agradable y que, en tramos cortos, produce una discontinuidad apreciable en la rodadura. En tramos "in situ", estructuras hiperestáticas, el pretensado también produce contraflechas, pero éstas son menores por tratarse de estructuras continuas y, además en la fase constructiva, se pueden compensar con los husillos de la cimbra. En las estructuras que conforman el paso superior a diseñar en este proyecto, algunos de los vanos de las estructuras 1 y 2 tenemos vigas por debajo de los 15 m. por lo que este aspecto también se tendrá en cuenta.

Por todo ello en la fase de proyecto se debe prestar especial atención a las contraflechas mediante una evaluación precisa de las mismas y en algunos casos, podría ser necesario sobre

todo para tramos cortos, el disponer más vigas por tablero con menos pretensado o vigas de más canto, que lo estrictamente necesario para verificar los estados límites de servicio (flexión) y últimos (rotura por flexión, cortante y rasante). Para elementos prefabricados, sería razonable el establecer un estado límite de servicio relativo a la contraflecha, una vez colocada la losa de compresión del tablero y las cargas muertas.

No obstante la EHE introduce en este tema algunas consideraciones que conviene tener en cuenta. En la citada clase II el pretensado venía, en general, determinado por la condición de que con sobrecargas totales no se sobrepase el estado límite de aparición de fisuras por tracción. Es decir, las tracciones en el hormigón se limitaban a $f_{ct,k}$.

Con la actual EHE, al estar el pretensado de las vigas prefabricadas en la parte inferior (tableros isostáticos), que no están en contacto con la losa superior, y suponiendo que ésta se encuentra impermeabilizada y bien drenada, sería razonable suponer que incluso para las clases de exposición más agresivas (tabla 8.2.2 y 8.2.3.a de EHE), el pretensado viene determinado por la condición de que con sobrecargas frecuentes no se supere una abertura de fisura determinada, que es una condición menos restrictiva que la de la antigua clase II, dando lugar a menos pretensado y a menos contraflecha, comparativamente que antes.

En cuanto al estado límite último, si hace falta armadura, se debería verificar disponiendo acero pasivo. En tableros continuos, losas o cajones "in situ", en los ambientes más agresivos (IIIa, IIIb, IV y F) el pretensado, en la zona de negativos, se le exige descompresión con sobrecargas frecuentes, pero en la zona de positivos (vano), es razonable controlar simplemente la fisuración. Incluso es posible que en negativos, teniendo en cuenta que el tablero está impermeabilizado y bien drenado, para los ambientes IIIa, IIIb, IV y F, se controle la fisuración con sobrecargas frecuentes.

PROYECTO DE ELEMENTOS PREFABRICADOS

El proyecto de un elemento prefabricado de hormigón estructural debe realizarse, en lo que se refiere a cálculos, planos y pliego de prescripciones, por el Ingeniero autor del proyecto de la estructura en íntima colaboración con la industria de la prefabricación pesada, de forma que los elementos que se calculen y definan correspondan a soluciones normalizadas y habituales en el mercado, que eviten indeseables cambios en la fase constructiva.

Los tableros de vigas prefabricados se deben proyectar de acuerdo con la EHE. En este sentido la propia EHE, en su tabla 12.2 permite, para los estados límites de servicio y con armadura pretesa, ponderar el pretensado por 0,95 y 1,05, lo que resulta favorable con respecto a las soluciones "in situ", en que los coeficientes son 0,90 y 1,10. Por ello hay que tener en cuenta que, en el supuesto anterior, no es correcto adoptar como coeficiente en servicio 1,0.

Todavía sigue siendo frecuente que en losas de compresión de los tableros de vigas prefabricadas se disponga hormigón HA-25, para cualquier clase de exposición. Conviene recordar que según la EHE (tabla 37.3 2.b), por requisitos de durabilidad, excepto para exposición IIa, se recomienda que sea, como mínimo, HA-30.

Los proyectos de elementos prefabricados de hormigón estructural, al igual, que los de los tableros "in situ", deben ser completos, estar bien estructurados, ser fácilmente seguíbles, en

“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

definitiva, ajustarse a lo que la Instrucción EHE indica en sus artículos 4.2, 4.3 y 4.4. En particular debe quedar suficientemente definido:

El modelo de cálculo utilizado.

Las hipótesis de partida y la clase de exposición.

Las características de los materiales.

La comprobación de los estados límite de servicio (con los coeficientes de ponderación del pretensado, definidos anteriormente) y últimos.

La obtención de esfuerzos y verificación de los estados límite en la losa de compresión del tablero.

Los cálculos, en su caso, de la losa de continuidad.

A los efectos del proyecto constructivo, se adoptarán los siguientes criterios de utilización de elementos prefabricados de hormigón estructural, en función de su geometría. Salvo justificación en contrario, no se recomienda utilizar elementos prefabricados rectos en los siguientes supuestos:

Si el radio del trazado en planta es inferior a 120 m.

Si la flecha del arco de circunferencia entre los apoyos dorsal y frontal del prefabricado es superior a 30 cm.

Si el quiebro angular entre prefabricados contiguos es superior 5 g.

Si el parámetro del acuerdo vertical K_v es inferior a 1.200.

Además, las losas de forjado se ejecutarán mediante una prelosa de espesor seis (6) centímetros, sobre la que se verterá el hormigón que constituye el resto de la losa, con un espesor de 19 cm.

Como la obra de paso en estudio no se ve afectada por los criterios nombrados, se considera perceptible una solución a partir de tablero con vigas prefabricadas.

Sobre las vigas se dispondrán los recrecidos que sean necesarios para garantizar que el espesor de la losa sea constante y que en cualquier punto de la plataforma (cara superior de la losa) no se produzca una diferencia, respecto a la cota teórica, superior a 2 cm. Los recrecidos deberán estar totalmente definidos en los planos y considerados en los cálculos de carga permanente.

En este proyecto se definirán las soluciones adoptadas para la colocación de barreras, báculos de alumbrado, pórticos, banderolas y demás elementos de señalización. Se ha tenido en cuenta el sobrancho necesario para la disposición de los pretiles de contención y se ha definido el anclaje y el refuerzo del tablero necesarios que depende del tipo de pretil adoptado.

6. SOLUCIÓN FINAL ADOPTADA

Después de haber definido todos los condicionantes que afectan al problema en estudio y de haber valorado las diferentes alternativas factibles, se ha llegado a la conclusión que la mejor opción es una solución a partir de tableros formados por vigas prefabricadas con losa de compresión hormigonada in situ. El encofrado será perdido, a partir de prelosas de 6 cm de espesor con recrecidos laterales a nivel del pavimento.

Una solución de este estilo permite finalizar la obra en un plazo mucho menor, permite llevar un control más ajustado de los costes y una mejor garantía de la calidad. Los aspectos estéticos pueden ser compensados, como ya se ha comentado, mejorando la estética de los elementos

A parte, el no disponer de cimbras que precisen de desvíos llevará a demoras menores a los usuarios. Las vigas se colocarán en horario nocturno, cuando las intensidades son mínimas.

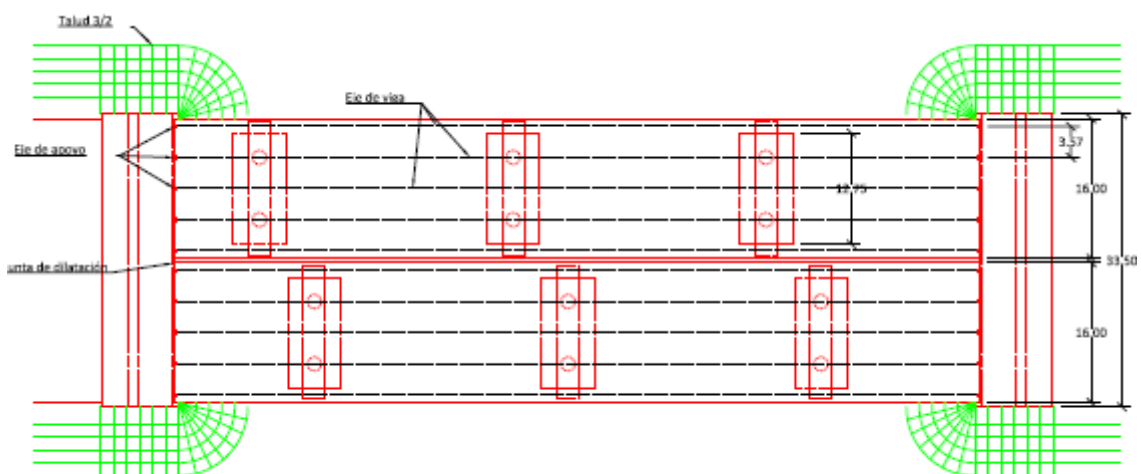
El hecho de tener una plataforma en el que se hayan de trazar 3 carriles por sentido con sus correspondientes arcenes y los accesos peatonales lleva a un ancho total de 32m, por lo que es necesario construir 2 tableros independientes separados 0.5 m, con geometría y propiedades mecánicas idénticos que compartan estribos (Norte y Sur).

Los tableros transmiten las fuerzas a los dinteles, que a su vez estos transmiten a los pilares y estos a las cimentaciones.

Los pilares son circulares de 1,6m de diámetro. Los ejes de los pilares de un mismo grupo distan 7,14 m entre ellos. Las vigas distan entre ellas 3.57 m y están dispuestas de tal manera que la reacción de la viga caiga en el eje longitudinal de los pilares.

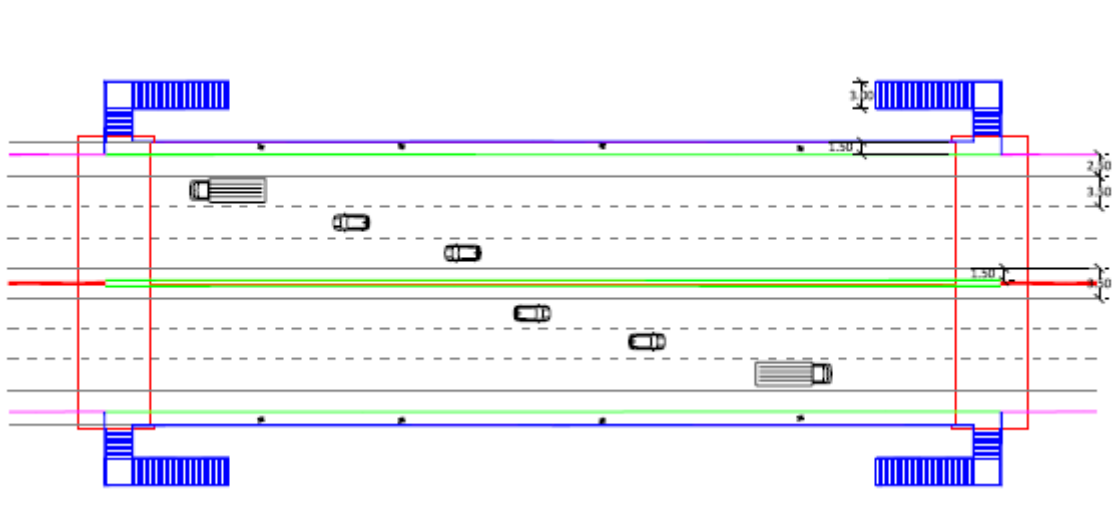
Las cimentaciones son superficiales dadas las buenas características del suelo, adoptando coeficientes de seguridad mayores a los exigidos en la normativa. Es decir se han sobredimensionado ligeramente los elementos para estar del lado de la seguridad, dada la inexperiencia del proyectista en estas situaciones.

Esta sería una vista en planta de los elementos constructivos que conforman el puente:

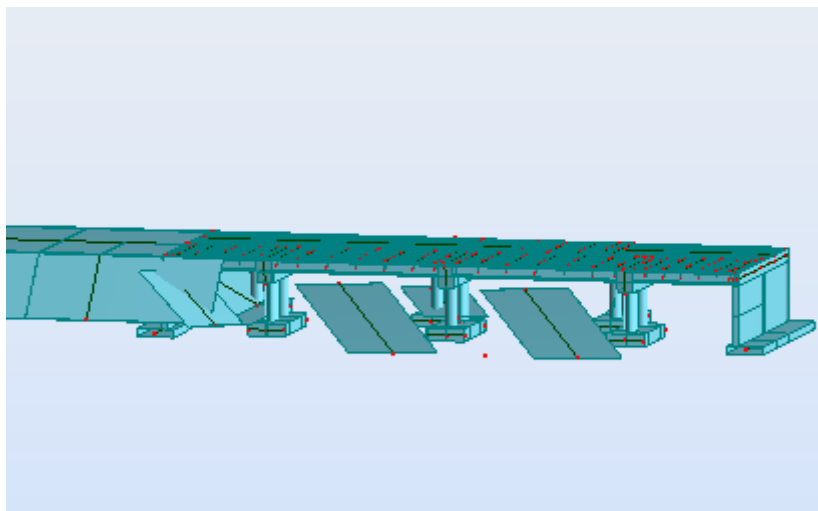
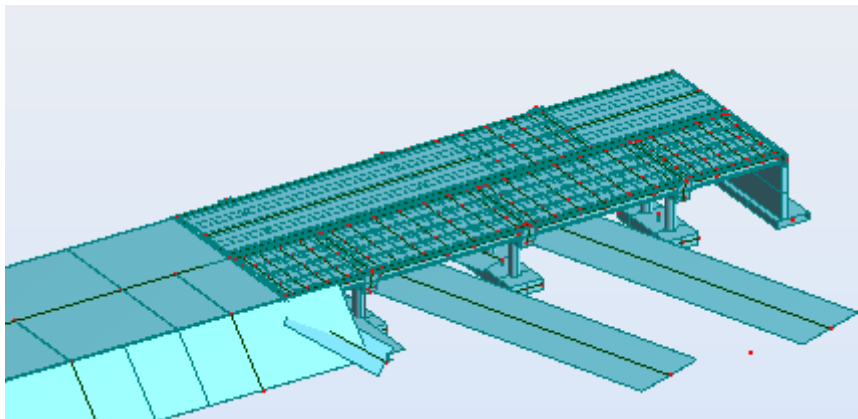


“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”

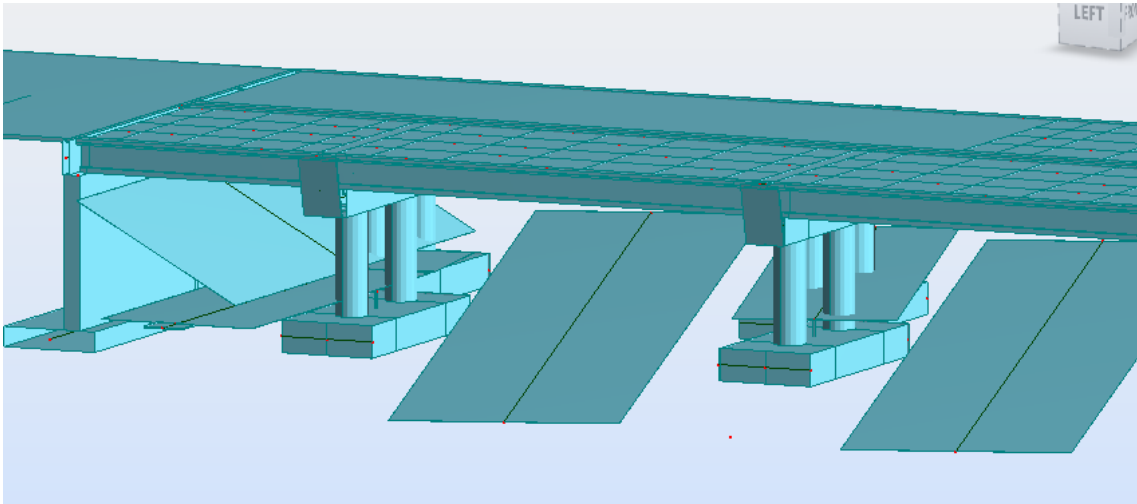
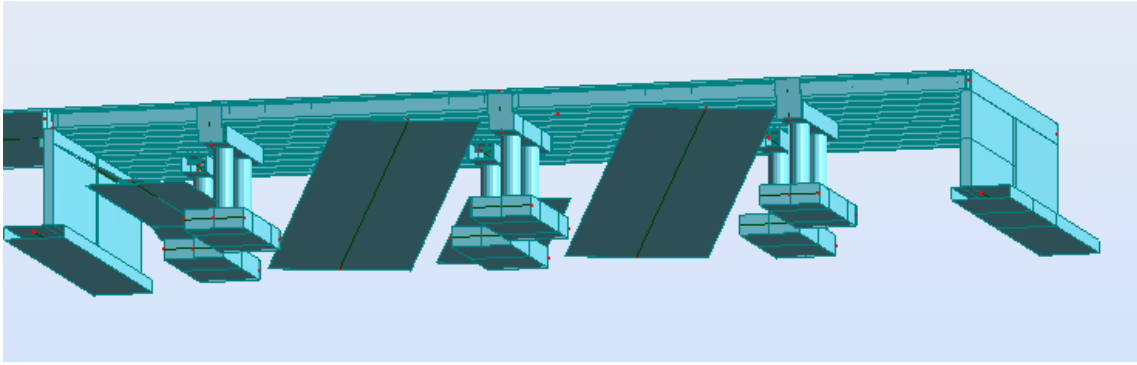
Y esta una vista de la definición geométrica de la carretera y de los elementos que lo conforman:



Y esta una vista en un modelo 3D que ayuda a visualizar la solución final adoptada:



“Nuevo Paso Superior en la Via Norte sobre la rua de Circunvalação”



Anejo 1

Climatología

ÍNDICE

1. Introducción y objetivos.....	3
2. Caracterización climatológica de Oporto.....	3
3. Caracterización climatológica de Oporto.....	3
4. Climatología.....	4
5. Datos climatológicos.....	5
6. Clasificación climática de la zona.....	6
7. Índices climáticos.....	6
8. Definiciones.....	7
9. Cálculo de los días trabajables.....	8
10. Conclusiones.....	9

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El objeto del presente anejo es, por una parte, obtener la caracterización climática de Portugal y más en concreto de la ciudad de Oporto, a efectos de conocer los parámetros climáticos de la zona, los índices climáticos de reducción laboral que afectan al rendimiento de las unidades de obra del Proyecto de construcción. Así se podrá evaluar cuales son los meses estadísticamente más favorables para la ejecución de las tareas con el fin de evitar retrasos en los plazos y molestias a los usuarios de las vías afectadas por las obras.

De este estudio se podrá obtener también las amplitudes de temperaturas para la posterior caracterización de la acción térmica que actuará sobre la estructura, calculada según la “Instrucción para la determinación de Acciones sobre Puentes de Carretera del 2011”.

Se podrá obtener datos de humedades relativas para el posterior cálculo de los acortamientos debidos a fenómenos reológicos en el hormigón.

Se podrá también caracterizar la zona térmica estival, para el posterior dimensionamiento de la mezcla bituminosa que compone el firme.

2. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE PORTUGAL

Portugal pertenece a la zona de clima mediterráneo. Todas las estaciones meteorológicas ponen en evidencia una estación seca de Verano que, sin embargo, es acortada en su duración por la exposición de la franja territorial a la acción del Atlántico. Esta acción atlántica se refleja también en la estación fría.

Precipitación y temperatura

Las características pluviométricas en la región de Oporto están condicionadas, mayormente, por las perturbaciones atmosféricas de oeste y por las situaciones depresivas junto con los flujos marítimos, los cuales mantienen aún, en esta área próxima del océano, sus propiedades higrométricas. La altitud parece ser también responsable por la distribución de la precipitación, dado que la estación que presenta el volumen pluviométrico más alto (1655.5mm) es Pazos de Ferreira, la cual se encuentra a la cota más elevada (320m), mientras que la precipitación más baja (1165.7mm) fue registrada en la estación de Piedras Rubras, localizada a la cota de 70m. En cuanto a la delimitación temporal de la estación lluviosa, se verificó que su cuerpo central es constituido por los meses de fin de Otoño y de Invierno, dado que son los que poseen precipitaciones más elevadas (en términos medios) y en aquellos que se presentan como los meses más lluviosos.

El método de los polígonos de Thiessen y el de las isoietas condujeron a valores muy aproximados, 1155.1mm y 1151.5mm, respectivamente. Estos valores están en consonancia con VEL- HAS (2001), que apunta un valor de precipitación media anual de la orden de los 1200mm para el sector de la cuenca del río Leça más próximo al litoral.

3. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE OPORTO

La ciudad de Oporto integra la llamada “región norte atlántico”. Esta región es fuertemente húmeda, caracterizada por lluvias abundantes y en que son predominantes las influencias oceánicas. La abundancia de lluvias se debe a la topografía de la región - la barrera montañosa de la vertiente atlántica origina el ascenso del aire caliente y húmedo, de origen atlántico, que origina fenómenos de condensación con la consecuente precipitación atmosférica. Son las llamadas lluvias de relieve.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Según la tipología de Köppen (1932), la ciudad de Oporto se inserta en el área climática Csb pues presenta temperaturas medias comprendidas entre los 3°C y los 22°C, recibiendo el mes más seco menos de un tercio de la precipitación del mes más húmedo.

En Enero se presentan las temperaturas medias más bajas, rondando los 8,7°C y en Julio los surgen las más altas, en una media de 19,7°C. Y porque a este hecho no es ajena la proximidad del Atlántico, la temperatura media es de cerca de 14°C. Pero no se puede ocultar la existencia de valores extremados de temperatura, pues existen registros de días con temperaturas medias inferiores a 0°C (en los meses de Enero y de Febrero) y de temperaturas máximas que alcanzan valores superiores a 30°C durante los meses de Julio y Agosto.

La precipitación es una marca de la ciudad de Oporto: el número de días con precipitación es relativamente elevado, situándose por los 150. La precipitación presenta valores medios siempre superiores a 1200mm/año. Es en los meses de Otoño y de Invierno que, por regla general, se registran los valores más elevados, mientras que en los meses de Verano, especialmente en Julio y Agosto, se obtienen los porcentajes más bajos.

El relieve es uno de los factores que más influencia ejerce sobre la distribución de la precipitación. Incluso en las áreas de baja altitud, la rugosidad de la superficie terrestre provoca, en el seno de las masas de aire, turbulencias que pueden originar movimientos ascendentes que, conforme sus características, pueden generar o no caída pluviométrica. Es en el Atlántico donde tienen origen las masas de aire que en esta área provocan la pluviosidad - el litoral funciona como una primera barrera a su desplazamiento, modificando, expresamente, sus características térmicas y de humedad, así como su dirección y velocidad. La parte alta de la ciudad se presenta más pluviosa que la parte más litoral. En el que respeta a la frecuencia de las nieblas, otro elemento característico de la ciudad de Oporto, el número medio anual de días en que este fenómeno ocurre es superior a 120, siendo su distribución, sin embargo, casi uniforme a lo largo del año (con un ligero mínimo en los meses de Mayo a Junio y dos máximos, uno en Agosto y el otro en Diciembre).

Siendo el origen de este fenómeno diverso, sin embargo, se puede explicar su frecuencia por la proximidad del Océano Atlántico y del río Duero, ambos creadores de condiciones para su suceso.

En cuanto al rumbo de los vientos y su distribución mensual, son visibles variaciones a lo largo del año. Así, de Abril a Agosto, es evidente la importancia de los cuadrantes marítimos WNW y NW. En los demás meses se nota la predominancia de los meses de cuadrante Este. Como factores explicativos de estas situaciones, se podrá mencionar la influencia general de la circulación atmosférica, la orientación del valle del Duero y el efecto de la barrera de la Sierra de Valongo de dirección aproximada NW-SE.

4.CLIMATOLOGÍA

En el presente apartado se analiza el clima presente en la zona de estudio y se calculan los índices climáticos necesarios para la obtención de los días útiles anuales de trabajo. Este es un dato muy importante para la planificación de la obra, ya que de él dependerá el plazo previsto para su construcción.

5. DATOS CLIMATOLÓGICOS

Temperaturas medias:



Precipitação e temperaturas

Precipitação (mm)			Estações	Temperatura (°C)					
Total anual	Max. diária (mês)	Nº dias/ano		Média anual	Amplitude méd. anual	Média dos máx. mensais (mês)	Média dos mín. mensais (mês)	Máxima do mês mais quente (mês)	Mínima do mês mais frio (mês)
1149,6	102,2 (Nov)	155	Porto	14,4	10,8	25,0 (Ago)	4,7 (Jan)	40,1 (Jul)	-4,1 (Jan)
505,7	63,0 (Set)	79	Moncorvo	15,2	18,0	30,9 (Ago)	3,4 (Jan)	41,8 (Jul)	-5,7 (Fev)
1916,3	243,5 (Fev)	144 (+34 neve)	Penhas Douradas	8,9	14,8	21,7 (Jun)	-0,4 (Jan)	32,8 (Jul)	-13,3 (Fev)
707,5	87,5 (Nov)	113	Lisboa	16,6	11,7	27,7 (Ago)	7,8 (Jan)	40,3 (Ago)	-1,2 (Fev)
518,8	93,0 (Nov)	84	Campo Maior	16,5	16,4	33,8 (Jul)	4,4 (Jan)	45,6 (Jul)	-5,0 (Fev)
452,6	129,0 (Nov)	62	Faro	17,8	11,8	28,2 (Jul/Ago)	9,0 (Jan)	41,3 (Jul)	-0,8 (Fev)

52 ATLAS DE PORTUGAL IGP

Esto nos permite conocer las características meteorológicas de la zona de estudio.

Precipitación media anual	1149.6 mm
Número medio anual de días de lluvia	155 días
Temperatura media anual	14.4 °C
Temperatura máxima absoluta diaria	40.1 °C
Temperatura mínima absoluta diaria	-4.1 °C
Oscilación verano-invierno de las temperaturas medias mensuales	20.3 °C
Valor máximo de la oscilación de temperaturas	44.2 °C
Humedad relativa media diaria en julio	68 %
Humedad relativa media diaria en enero	82 %

Valor medio anual del número de horas de sol	1810 horas
--	------------

6. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZONA

A partir de los datos anteriores obtenidos de la publicación “Datos climáticos para carreteras”, se puede clasificar la zona de estudio mediante los siguientes índices térmicos:

Índice de temperatura media (I_t):

$$I_t = \frac{T_M + T_m}{2}$$

Índice de continuidad (I_c):

$$I_c = T_M - T_m$$

Siendo:

T_M : Temperatura máxima diaria = 40.1 °C

T_m : Temperatura mínima diaria = -4.1 °C

Con estos datos, se deducen los siguientes índices térmicos de la zona objeto de estudio:

Con estos datos, se deducen los siguientes índices térmicos de la zona objeto de estudio:

$I_t = 18$ °C

$I_c = 44.2$ °C

A partir de los anteriores índices y teniendo en cuenta los intervalos siguientes que definen el clima:

	FRIO	TEMPLADO	CALIDO
I_t	>13 °C	13 °C - 18 °C	> 18 °C

	MARÍTIMO	SEMICONTINENTAL	CONTINENTAL
I_c	< 28 °C	28 °C - 32 °C	32 °C

El clima es clasificado, por lo tanto, como templado y continental.

7. ÍNDICES CLIMÁTICOS

En este apartado se analizará la influencia de la estación y de la clase de la obra con el objetivo de obtener

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

los días de condiciones climáticas aptas y los índices de reducción laboral debidos a causas climatológicas, por el efecto que estos pudiesen ejercer sobre los planteamientos de la obra.

8. DEFINICIONES

- Día trabajable: día laborable en el que la precipitación es inferior a un límite prefijado y la temperatura ambiente es superior a un límite, también prefijado. No se consideran las altas temperaturas del ambiente que impidan la puesta en obra del hormigón debido al escaso número de días de su ocurrencia.
- Temperatura límite para la ejecución de unidades bituminosas: se conoce como temperatura límite del ambiente para la ejecución de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, y mezclas bituminosas, aquella por debajo de la cual no se pueden poner en obra dichas unidades. Normalmente se considera 10 °C para tratamientos superficiales o por penetración y 5 °C para mezclas bituminosas.
- Temperatura límite para la manipulación de materiales húmedos: se establece 0°C como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos.
- Precipitación límite diaria: se definen dos valores para la precipitación límite diaria: 1 mm por día, que limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a las pequeñas lluvias; y 10 mm por día para el resto de los trabajos. Se considera que para una precipitación diaria superior a los 10 mm se requiere de una protección especial para realizar cualquier trabajo.

Los días de climatología adversa se caracterizan con un coeficiente de reducción (C_m) que se determina a partir de la climatología de la zona según las estaciones meteorológicas correspondientes.

Se define C_m como el porcentaje de días con climatología favorable en el mes.

Del análisis de la publicación "Datos climáticos para carreteras", se obtienen los coeficientes de reducción que hay que aplicar al número de días laborables de cada mes para obtener los días de condiciones climáticas aptas para trabajar en cada clase de obra y, en consecuencia, hacer una revisión de los días perdidos por causa del clima. Los coeficientes de reducción a emplear son:

Coeficiente de reducción por helada (μ_m): se define como el cociente del número de días del mes m en que la temperatura mínima es superior a 0 °C entre el número de días del mes.

Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración (τ_m): se define como el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10 °C entre el número de días del mes.

Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas (τ_{m1}): se define el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5 °C entre el número de días del mes.

Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo (λ_m): se define como el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm entre el número de días del mes.

Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo (λ_{m1}): se define como el cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm, entre el número de días del mes.

9. CÁLCULO DE LOS DÍAS TRABAJABLES

Los valores empleados para el cálculo de estos coeficientes son los correspondientes a los mapas de isolíneas de la publicación “Datos climáticos para carreteras”, los cuales fueron obtenidos tomando la media mensual de cada número de días en 10 años de funcionamiento de las estaciones de la red aeronáutica, publicados por el Boletín mensual climatológico.

Para el cálculo del número de días con temperatura superior a 10 y 5 °C a las 9 de la mañana, se ha procedido estableciendo, para cada mes y estación termométrica, el valor medio de la diferencia (D) de temperaturas entre las 7 y las 9 horas. Los datos diarios incluidos en los resúmenes mensuales climatológicos de cada estación se tomaron a las 7 horas, contándose para el establecimiento de los coeficientes de reducción los días en que la temperatura fue superior a (5-D) y a (10-D) °C.

Meses	Nº de días T> 0º C	Nº de días T>10º C	Nº de días T> 5º C	Nº de días P< 10mm	Nº de días P< 1mm
Enero	28	19	24	17	21
Febrero	27	22	25	13	15
Marzo	30	29	29	12	18
Abril	30	28	29	6	13
Mayo	31	31	31	4	10
Junio	30	30	30	4	8
Julio	31	31	31	2	8
Agosto	31	31	31	5	8
Septiembre	30	30	30	4	9
Octubre	31	30	30	7	14
Noviembre	29	27	28	8	17
Diciembre	25	20	23	11	19
ANUAL	359	344	331	93	160

Para el cálculo de los días trabajables netos de cada mes deben considerarse dos factores de reducción:

- El coeficiente de reducción por días festivos (Cf) se define como el porcentaje de días laborables en el mes. Estos días son variables según el año y la localidad. Se ha adoptado el calendario laboral para el año 2015.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	ANUAL
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Días festivos	12	8	9	10	10	9	9	9	8	11	10	10	115

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

- El coeficiente de reducción por días de climatología adversa se obtiene a partir de los coeficientes de reducción medios (C_m), que se aplican a cada clase de obra y en su emplazamiento, se asocia un factor meteorológico que afecta a la obra. Dado que estos fenómenos tienen una probabilidad independiente, y dado que el trabajo ha de suspenderse cuando ocurra una de las varias condiciones adversas, sus coeficientes de reducción serán aplicados de forma reiterada, lo que da lugar a las siguientes fórmulas:

Homígones hidráulicos:	$C_m = \eta_m \times \lambda_m$
Explanaciones:	$C_m = [(\lambda_m + \lambda_{m1}) / 2] \times \eta_m$
Producción de áridos:	$C_m = \lambda_m$
Riegos:	$C_m = \tau_m \times \lambda_{m1}$
Mezclas bituminosas:	$C_m = \tau_{m1} \times \lambda_{m1}$

Puesto que los días festivos pueden ser también de climatología adversa y esto ha de tenerse en cuenta al efectuar la programación, se admite el siguiente criterio:

Si para un mes determinado, C_f representa el coeficiente de reducción de días festivos, y C_m el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, $(1 - C_m)$ representará la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y $(1 - C_m) \times C_f$, la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa. Por tanto, el coeficiente de reducción total, será: $C_t = [1 - (1 - C_m)] \times C_f$

Sin embargo, esto proporciona una probabilidad incierta, por lo que se empleará la fórmula $C_t = C_m \times C_f$ que es realmente la probabilidad de que un día del mes presente climatología favorable (C_m) y que sea laborable (C_f).

En la siguiente tabla se pueden ver los datos empleados y el valor de los coeficientes definidos previamente, así como el número de días útiles de trabajo por tipo de obra, tanto mensual como anual.

		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
COEFICIENTES DE REDUCCIÓN	η_m	0,75	0,80	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,937
	τ_m	0,10	0,10	0,16	0,50	0,92	1,00	1,00	1,00	1,00	0,70	0,32	0,10	0,581
	λ_{m1}	0,41	0,41	0,75	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,65	0,42	0,800
	λ_m	0,97	0,96	0,95	0,95	0,97	0,95	0,99	0,98	0,97	0,95	0,95	0,94	0,962
	τ_m	0,79	0,79	0,76	0,77	0,83	0,87	0,95	0,95	0,88	0,79	0,78	0,79	0,962
	C_f	0,613	0,714	0,710	0,667	0,677	0,700	0,710	0,710	0,733	0,645	0,667	0,677	0,685
C_m	Homígones	0,728	0,768	0,893	0,950	0,970	0,950	0,990	0,980	0,970	0,950	0,950	0,733	0,901
	Explanaciones	0,594	0,670	0,780	0,808	0,824	0,825	0,850	0,845	0,852	0,798	0,808	0,631	0,771
	Áridos	0,970	0,960	0,950	0,950	0,970	0,950	0,990	0,980	0,970	0,950	0,950	0,940	0,962
	Riegos	0,061	0,071	0,114	0,333	0,623	0,700	0,710	0,710	0,733	0,452	0,213	0,068	0,398
	Aglomerado	0,324	0,324	0,570	0,716	0,830	0,870	0,950	0,950	0,880	0,790	0,507	0,332	0,769
C_t	Homígones	0,446	0,549	0,634	0,633	0,657	0,665	0,703	0,695	0,711	0,613	0,633	0,497	0,617
	Explanaciones	0,364	0,478	0,554	0,539	0,558	0,578	0,603	0,600	0,625	0,515	0,539	0,427	0,528
	Áridos	0,595	0,686	0,674	0,633	0,657	0,665	0,703	0,695	0,711	0,613	0,633	0,637	0,659
	Riegos	0,038	0,051	0,081	0,222	0,422	0,490	0,504	0,504	0,538	0,291	0,142	0,046	0,272
	Aglomerado	0,199	0,231	0,405	0,477	0,562	0,609	0,674	0,674	0,645	0,510	0,338	0,225	0,527
DÍAS TRABAJABLES	Homígones	13,8	15,4	19,6	19,0	20,4	20,0	21,8	21,6	21,3	19,0	19,0	15,4	225,3
	Explanaciones	11,3	13,4	17,2	16,2	17,3	17,3	18,7	18,6	18,7	16,0	16,2	13,2	192,9
	Áridos	18,4	19,2	20,9	19,0	20,4	20,0	21,8	21,6	21,3	19,0	19,0	19,7	240,4
	Riegos	1,2	1,4	2,5	6,7	13,1	14,7	15,6	15,6	16,1	9,0	4,3	1,4	99,5
	Aglomerado	6,2	6,5	12,5	14,3	17,4	18,3	20,9	20,9	19,4	15,8	10,1	7,0	192,3

10 CONCLUSIONES

En conjunto, para nuestra zona de estudio pueden definirse como zona con condiciones climatológicas de aceptables a medias, con respecto al número de días útiles de trabajo.

Para la ejecución de muchas de las tareas relacionadas con la pavimentación es favorable que estas se produzcan en los meses de junio a setiembre, donde la totalidad de días trabajables es mayor.

En el correspondiente anejo de la planificación de las tareas se tendrá en cuenta estas distribuciones estadísticas con el fin de evitar retrasos en la ejecución de todas las tareas dentro del camino crítico, de las que, como se verá en el correspondiente anejo de la planificación de obra, están todas aquellas tareas relacionadas con la pavimentación del tramo de carretera a ampliar.

Anejo 2

Hidrología

Índice

1. Introducción y objeto de estudio.....	3
2. Metodología.....	4
3. Características generales de la cuenca hidrogáfica de Oporto....	6
4. Estudio hidrológico.....	15
5. Estudio hidráulico – simulación de llenada.....	23
6. Conclusiones.....	31
7. Bibliografía.....	33

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DE ESTUDIO

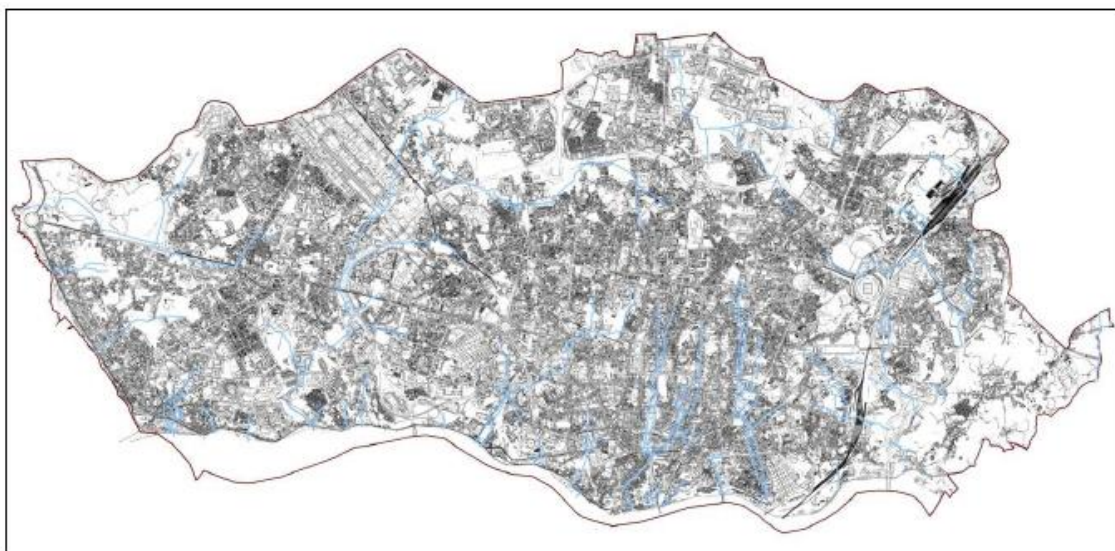
En este estudio hidráulico e hidrológico se pretenden desarrollar los cálculos necesarios para caracterizar la cuenca hidrográfica en la que se encuentra el proyecto en estudio, así como dar soluciones a los problemas asociados a las líneas de agua que en dicha zona se encuentran, así como la obtención de los datos hidrológicos que sirven de base al estudio del drenaje de la ampliación de la infraestructura. Por otra parte, se determinarán las precipitaciones e intensidades de lluvia y caudales de las cuenca vertiente que atraviesan la traza objeto de estudio.

A partir de estos cálculos, podrán dimensionarse las obras de drenaje, tanto transversales como longitudinales, necesarias para la realización de la obra.

Se pretenderá evaluar soluciones técnicas pasibles de minimizar los problemas hidráulicos asociados y se hará un pequeño análisis de propuestas de ordenamiento.

La documentación de este estudio ha sido facilitada al proyectista de este proyecto por las Unidades Operativas de Planificación y Gestión (UOPG's) al que ordenó realizar el Departamento de Planificación Urbanística del Ayuntamiento de Oporto, por lo que todos los datos manejados son reales.

El área abarcada por el estudio desarrollado corresponde al área de la cuenca hidrográfica de la Ribeira del Cartes en la que, como se puede observar en la siguiente figura, se encuentra la obra que se pretende construir

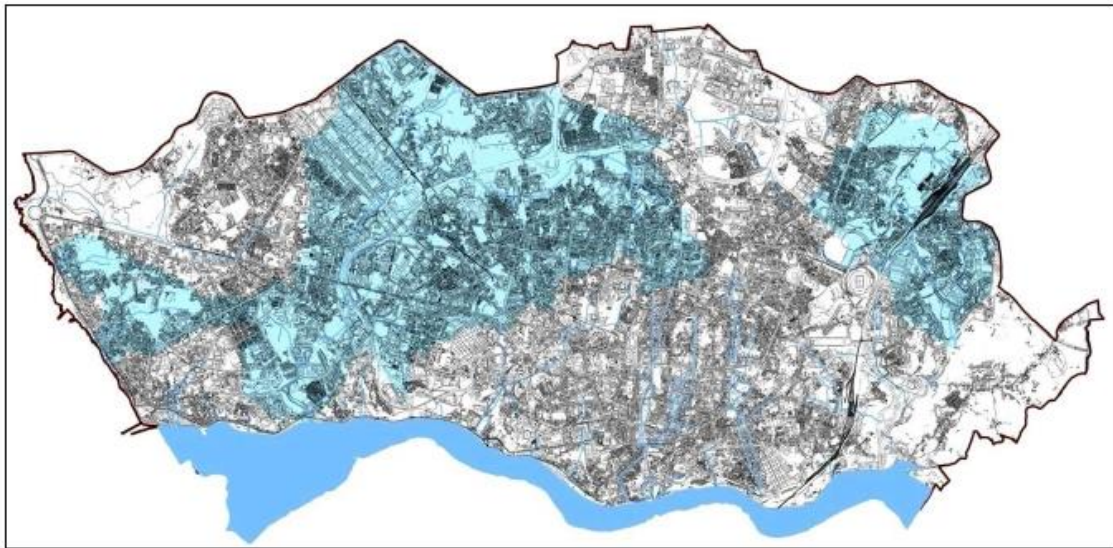


Trazado natural de las líneas de agua en el municipio de Oporto.

Las líneas de agua en el interior de los espacios urbanos constituyen actualmente uno de los grandes desafíos en cuestión de construcción, planificación y ordenamiento del territorio, ya que representan pasillos ecológicos y factores potenciales de mejoría y valorización de la calidad ambiental de las zonas atravesadas. La mayoría de las líneas de aguas superficiales en

el municipio de Oporto fueron sucesivamente desviadas de sus trazados naturales, canalizadas y cubiertas, permitiendo la ocupación de sus lechos de llenadas por construcciones, asfaltados e impermeabilizaciones varias, más allá de su utilización sistemática para la descarga de las aguas residuales domésticas e industriales.

La omisión de las líneas de agua en el proceso de crecimiento urbano originó el actual estado de degradación ambiental de los ecosistemas ribeños, cuyas consecuencias más evidentes son los problemas de polución, los episodios de llenadas recurrentes, los desabamentos que generan elevados perjuicios materiales y el riesgo añadido de afectación de vidas humanas.



2. METODOLOGÍA

La Metodología General para la ejecución de este estudio es la siguiente:

1. Verificación de las características del lecho, de los terrenos del margen y de las condiciones de escorrentía en el municipio de Oporto, definiendo así las secciones críticas y su relación con las construcciones existentes en su entorno.
2. Identificación general de los principales problemas aguas arriba del municipio de Oporto, con impacto aguas abajo.
3. Análisis del funcionamiento hidráulico global de las líneas de agua, en particular en lo que respecta a las condiciones generales de escorrentía y a las características generales de la cuenca hidrográfica asociada a la zona del proyecto.
4. Caracterización de la cuenca Hidrográfica de las líneas de agua en estudio
 - a) Recogida de elementos topográficos relevantes;
 - b) Integración en un Sistema de Información Geográfica (SIG);

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

c) Delimitación de cuencas y sub-cuencas;

d) Caracterización de cruzamientos de calles relevantes en el área en estudio.

5. Estimativa de caudales de llenada para la ocupación actual del suelo

a) Hipótesis de base;

b) Estimativa de los caudales de punta de llenado para los periodos de retorno de 5, 20, 50 y 100 años.

6. Simulación de llenadas para la situación actual

a) Hipótesis de cálculo;

b) Restricciones frontera;

c) Resultados;

d) Interpretación.

7. Delimitación cartográfica de las áreas afectadas en las llenadas, para los periodos de retorno de 5, 20, 50 y 100 años. 100 años es el máximo período de retorno que fija la Instrucción 5.2 de la IC para las características de la obra.

8. Propuesta de delimitación de las áreas a clasificar como “zonas adyacentes” de las líneas de agua (áreas contiguas al margen del curso de agua que se extiende hasta a la línea alcanzada por la mayor llenada con probabilidad de suceso en el periodo de retorno de un siglo) - en los términos de la legislación en vigor.

9. Estimativa de caudales y de las áreas inundadas con el aumento del área urbanizada de la respectiva cuenca. En este escenario se admitirá que la morfología de la ribera y de los terrenos y calles limítrofes es la actual o la prevista en los términos del Plan Urbanístico.

10. Desarrollo indicativo de soluciones pasibles de cara a minimizar los problemas hidráulicos asociados a las ribeiras en los puntos que son susceptibles de episodios recurrentes de llenas.

11. Análisis de propuestas de ordenamiento, en el ámbito de las Unidades Operativas de Planificación y Gestión y contribuciones para su desarrollo.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE OPORTO

Consideraciones Generales

La caracterización general de la cuenca hidrográfica de la ribeira de Cartes fue efectuada recurriendo a los siguientes elementos de base:

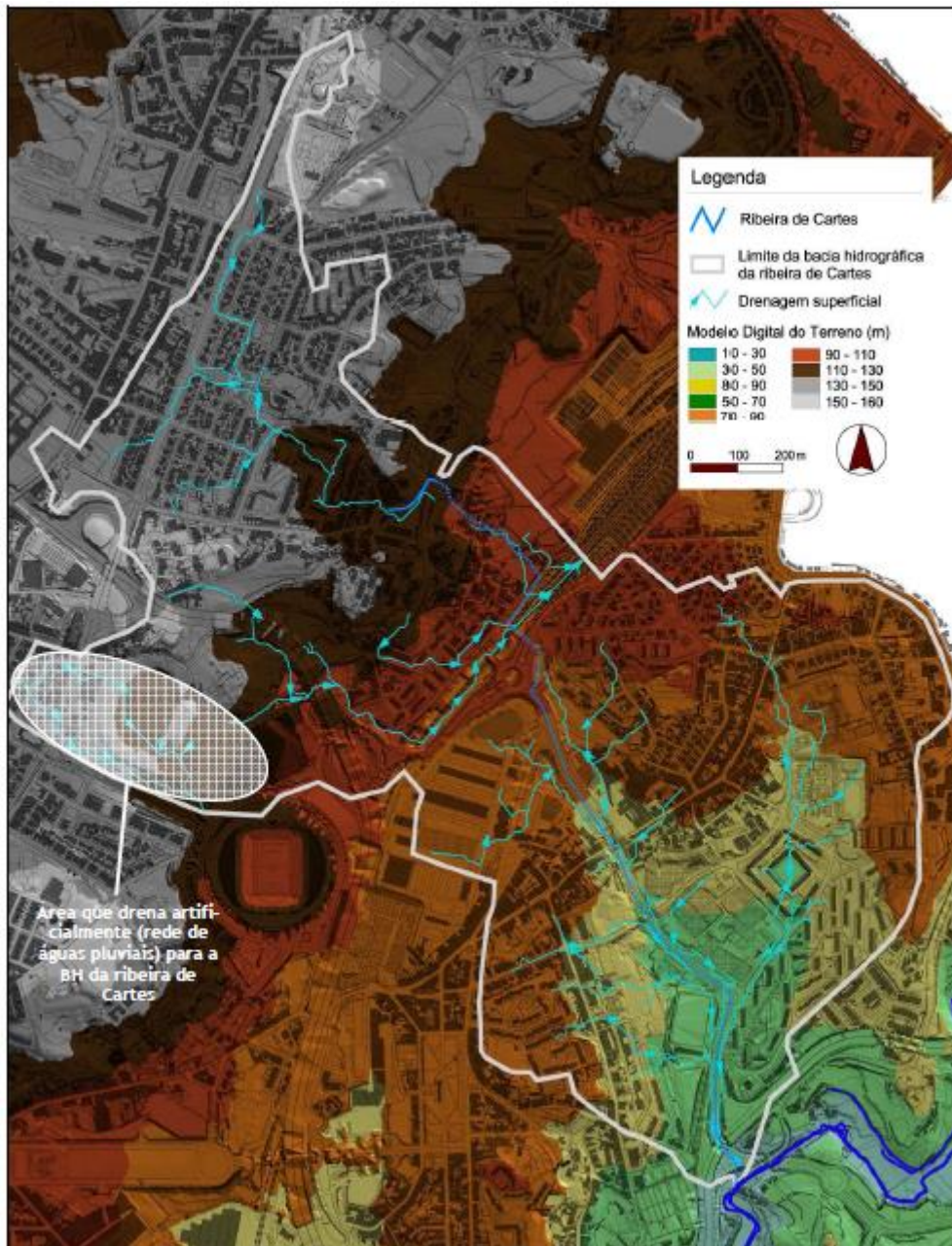
- Cartografía, planimetría y altimetría, a la escala 1/1000 del municipio de Oporto, en formato digital;
- Suministro de levantamientos topográficos actualizados de los tramos de la línea de agua que se encuentran a cielo abierto y en el área envolvente;
- Ortofotomapas del municipio de Oporto, en formato digital;
- Suministro de los elementos referentes a los sistemas de drenado de aguas pluviales en soporte digital, o en papel.

Delimitación del área de la cuenca

La delimitación del área de la bacía hidrográfica de la ribeira de Cartes fue obtenida por análisis del drenado natural del terreno, que por su parte fue obtenida a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT), teniendo en cuenta las alteraciones provocadas por el drenado artificial (red de colectores de aguas pluviales).

La elaboración del MDT del área envolvente se basó en la triangulación de un conjunto de puntos con distribución irregular, donde la superficie es modelada por un conjunto de vertientes triangulares, considerando que la cota de cualquier punto abarcado es definida por la cota del punto de la vertiente triangular en que se inserta.

Para la base del MDT se utilizaron la altimetría de la cartografía digital del municipio de Oporto y, en la zona del canal principal de la ribeira, y en sus márgenes, los datos referentes al levantamiento topo-hidrográfico realizado por la División de Cartografía y Catastro del Ayuntamiento de Oporto entre Octubre y Diciembre de 2007.



Modelo Digital del Terreno de la Bacia Hidrográfica de la Ribeira de Cartes.

Partiendo del MDT, se estudió el modo como se procesa el drenado superficial recurriendo a un programa que permite determinar las líneas de festos y los talvegues (Hydro- The Watershed Delineator).

La delimitación de la cuenca hidrográfica tuvo en cuenta el drenado natural, definida por las líneas de cumeada que separan las vertientes por donde el agua fluye, y el drenado artificial, definida por la red de colectores de aguas pluviales. Esta cuenca es subsidiaria de la cuenca hidrográfica del río Tinto, así como la cuenca de la ribeira de Currais, con la cual confronta a Norte.

La orientación de la cuenca de la ribeira de Cartes tiene el sentido aproximado Norte-Sur. La zona más alta de la cuenca se sitúa en la zona de Paranhos, en la zona Norte de la Avenida Fernão Magalhães, junto la calle de Rodrigues Semide, donde las cotas alcanzan los 155 m.

La parte más baja de la cuenca, corresponde a la desembocadura de la ribeira en el río Tinto, en la zona de Campanhã, donde la cota se aproxima a los 16 m. El área de drenado de la cuenca incluye una área de cerca de 27 ha relativa a los terrenos que confinan al Norte con la Alameda de las Antas, donde estaba implantado el antiguo estadio de las Antas. Esta área, aunque perteneciendo a la cuenca hidrográfica de la ribeira de Vila Meã, drena, actualmente, las aguas pluviales para la Rotonda del Estadio del Dragao, de donde posteriormente siguen para el acueducto bajo la Alameda de Cartes.

Así, el área total de drenado de la bacía hidrográfica de la ribeira de Cartes queda delimitada entre la Avenida Fernão Magalhães, al Oeste, las calles de Santa Justa y de Santo António de Contumil, al Norte, la Carretera de la Circunvalação, la Nascente, y la Alameda de las Antas, el Mercado Abastecedor y la Corujeira, al Sur.

Caracterización Fisiográfica de la Cuenca

La caracterización fisiográfica de las cuencas es fundamental para la evaluación de los caudales y de otras variables del curso de agua. El conocimiento de los elementos que permiten identificar las características geométricas, del relieve y del sistema de drenado de la cuenca hidrográfica es esencial para establecer su caracterización.

Características Geométricas

El comportamiento hidrológico de la cuenca hidrográfica es condicionado por sus características geométricas:

Área de la cuenca	2.02 km ²
Perímetro de la cuenca	9.06 km
Extensión del curso de agua	2.55 km

Estos elementos permiten la cuantificación de algunos parámetros característicos, que pasan a ser analizados seguidamente.

Coefficiente de compacidad

El coeficiente de compacidad K_c , se define como la relación entre el perímetro de la cuenca en la sección en estudio, P , y el de un círculo con la misma área, A , traduciéndose en la siguiente expresión:

$$K_c = \frac{0.28 P}{\sqrt{A}}$$

Este coeficiente revela informaciones sobre la forma de la cuenca, indicando si ésta es más o menos redondeada (el valor será más próximo o alejado de la unidad).

Para la cuenca en estudio el coeficiente de compacidad es de 1.80, lo que indica que la cuenca tiene una forma irregular y que la tendencia para el suceso de llenas no es muy acentuada, mientras más próximo a la unidad fuere el coeficiente, más acentuada es la tendencia para el suceso de llenas.

Factor de forma

El parámetro factor de forma, K_f , representa la relación entre la anchura media de la cuenca y su largura, L , definiéndose por la relación:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Este parámetro presenta especial relevancia para el análisis del comportamiento de la cuenca en retracción de llena, “describiendo” el modo de crecimiento. Una cuenca con un factor de forma bajo se encuentra menos sujeta a llenas.

En el caso de la cuenca de la ribeira de Cartes, la cuenca hidrográfica a la que pertenece la zona en la que se encuentra la obra, **el valor del factor de forma es de 0.31, que es indicativo de una cuenca cuya forma no es bien definida, luego, poco determinante en la tendencia para el suceso de llenas.**

Sistema de Drenado

El sistema de drenado natural de la ribeira de Cartes se encuentra totalmente artificializado utilizando tramos canalizados subterráneos y a cielo abierto. El drenado superficial de la cuenca se caracteriza por la existencia de una extensa red de colectores de aguas pluviales que drenan para la ribeira de Cartes.

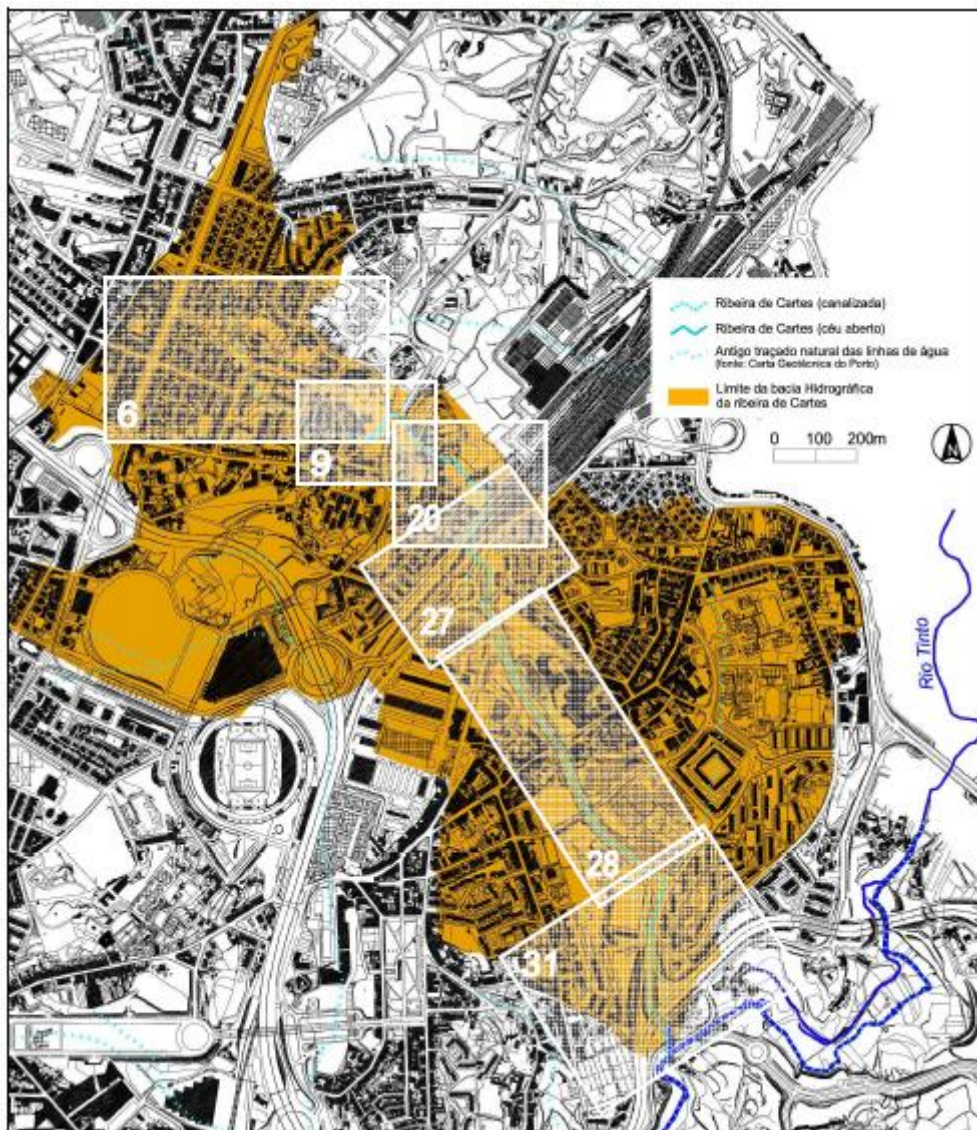
Según la Carta Geotécnica de Oporto, la ribeira de Cartes tenía inicio en el lugar donde existe actualmente el Jardín de Belén en Contumil, y seguía un recorrido a lo largo del barrio de Contumil, hasta el “lavadero” del mismo barrio, que constituye actualmente uno de los pocos vestigios del antiguo recorrido de la ribeira.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Junto al “lavadouro” existe una cámara de retención enterrada al nivel del cruzamiento, con una capacidad de cerca de 180 m³ (ocupa una área de cerca de 120 m²) donde descargan las aguas pluviales de toda el área de la sub-cuenca de esta sección. En la cámara de retención tiene origen un canal de hormigón de sección aproximada de 1.2 m x 1.0 m, cubierto a lo largo de cerca de 30 m, que posteriormente queda a cielo abierto a lo largo de una extensión de 100 m, constituyendo el único tramo a cielo abierto de la ribeira.

Este tramo fue desviado de su recorrido natural que se efectuaba anteriormente por los terrenos de cultivo del margen del canal, junto el muro que delimita los terrenos, a una cota superior de cerca de los dos metros anteriores de la línea de agua. Este canal a cielo abierto termina aguas abajo, en la calle Amorim de Carvalho .

El pasaje hidráulico de la calle Amorim de Carvalho presenta un funcionamiento deficiente, una vez que su sección de aguas arriba (con aproximadamente 1.3 m x 1.0 m) es superior a la de aguas abajo (aproximadamente 0.70 m x 0.70 m), recibiendo aún los caudales de un colector de aguas pluviales de las calles.



Sistema de drenado de la cuenca. Localización de las imágenes panorámicas.

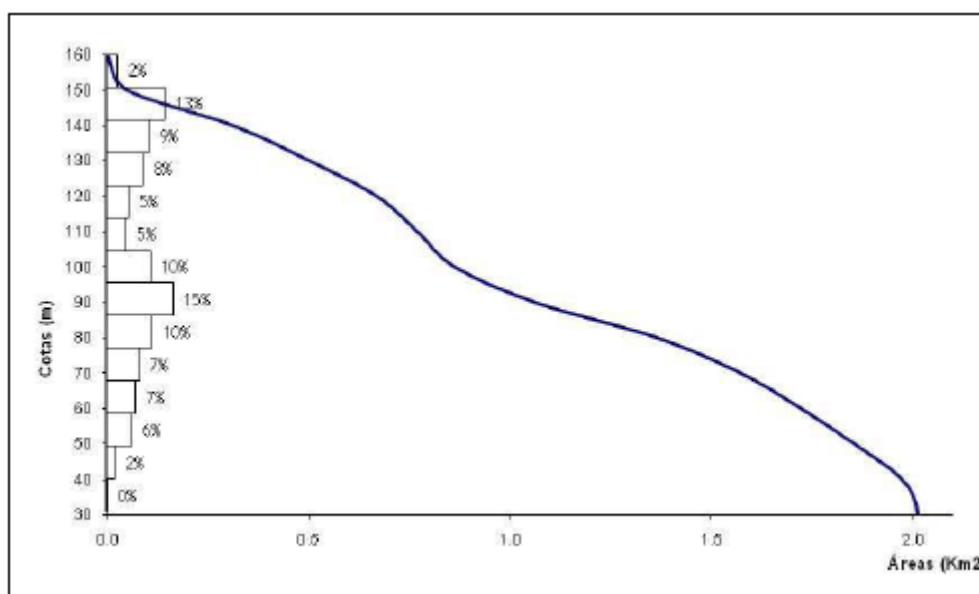
Características del Relieve

Teniendo la altitud una influencia significativa en los factores meteorológicos e hidrológicos, importa caracterizar algunos elementos que permitan obtener la caracterización topográfica de la cuenca.

La cuenca de la ribeira de Cartes tiene una distribución altimétrica entre las cotas 20 y 155 m. La distribución de las curvas de nivel a lo largo de la cuenca es aproximadamente uniforme, siendo remarcable que en la parte céntrica, una mayor proximidad de las curvas indican un terreno con desniveis más acentuados.

Curva hipsométrica, altitud y altura media

La curva hipsométrica relaciona directamente la superficie de la cuenca con la respectiva altitud y es dada por la curva integral de la curva de frecuencias altimétricas que representa, para cada cota, la superficie de la cuenca situada a una cota igual o superior.



Distribución de las frecuencias altimétricas y curva hipsométrica de la cuenca de la ribeira de Cartes.

La mayor superficie de la cuenca se sitúa entre las cotas 80 y 100 m, a la que corresponde una frecuencia altimétrica total del 35%. ES de referir la existencia de un aumento en la frecuencia de las cotas 130 a 150, que provoca una “perturbación” en la curva hipsométrica, que se debe a la existencia de una transferencia de área drenante de la cuenca hidrográfica de la ribeira de Vila Meã para esta cuenca, obtenida a través del drenado de aguas pluviales.

Con base a los valores de la distribución de frecuencias, puede determinarse la altitud media de la bacía, Z_m , a través de la siguiente expresión:

$$Z_m = \frac{\sum (A_i (Z_{i+1} + Z_i))}{A}$$

en que Z_i y Z_{i+1} representan las cotas de dos curvas de nivel consecutivas y A_i el área comprendida entre ellas.

Para la cuenca de la ribeira de Cartes, en la sección en estudio, **la altitud media de la cuenca, Z_m , es de 98 m.**

La altura media, obtenida a partir de la expresión:

$$H_m = \frac{\sum H_i A_i}{A} (m)$$

es de 82 m.

Perfil longitudinal

La ribeira de Cartes se encuentra canalizada en su totalidad. De los cerca de 2 km de recorrido entre la cámara de retención junto el “lavadouro de Contumil” y la Desembocadura en el río Tinto, solo es conocido el perfil longitudinal del tramo en canal a cielo abierto, dado que no fue posible obtener el catastro actualizado (secciones e inclinaciones) de los tramos “acueductados” de la ribeira, junto con las entidades responsables. Sin embargo, de modo a obtener una percepción del recorrido canalizado de la ribeira, se trazó el perfil longitudinal del terreno de implantación de la misma.

Relativamente al **tramo de la ribeira en canal a cielo abierto, se verifica que presenta una inclinación muy pequeña, aproximadamente 0,6%.**

Inclinación media

La inclinación media del curso de agua principal, I_m , parámetro relevante en las características cinemáticas del flujo, es dada por el cuociente entre el desnivel de la cabecera de la ribeira y de su desembocadura, ΔH , y la extensión del mismo, L :

$$I_m = \frac{\Delta H}{L}$$

La inclinación media del curso de agua principal, I_m , considerándose parte del trazado antiguo de la línea de agua (fuente: Carta Geotécnica de Oporto) **tiene el valor de 0.048 m/m**.

Coeficientes de masividad y orográfico

El coeficiente de masividad (C_m), relaciona la altura media de la bacía (H_m en metros) con el área (A en km^2) y expresa el declive de la cuenca. Su valor se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$C_m = \frac{H_m}{A}$$

El valor encontrado para la cuenca para la ribeira de Cartes es de 40, lo que significa que se trata de una cuenca de pequeña dimensión con un desnivel acentuado.

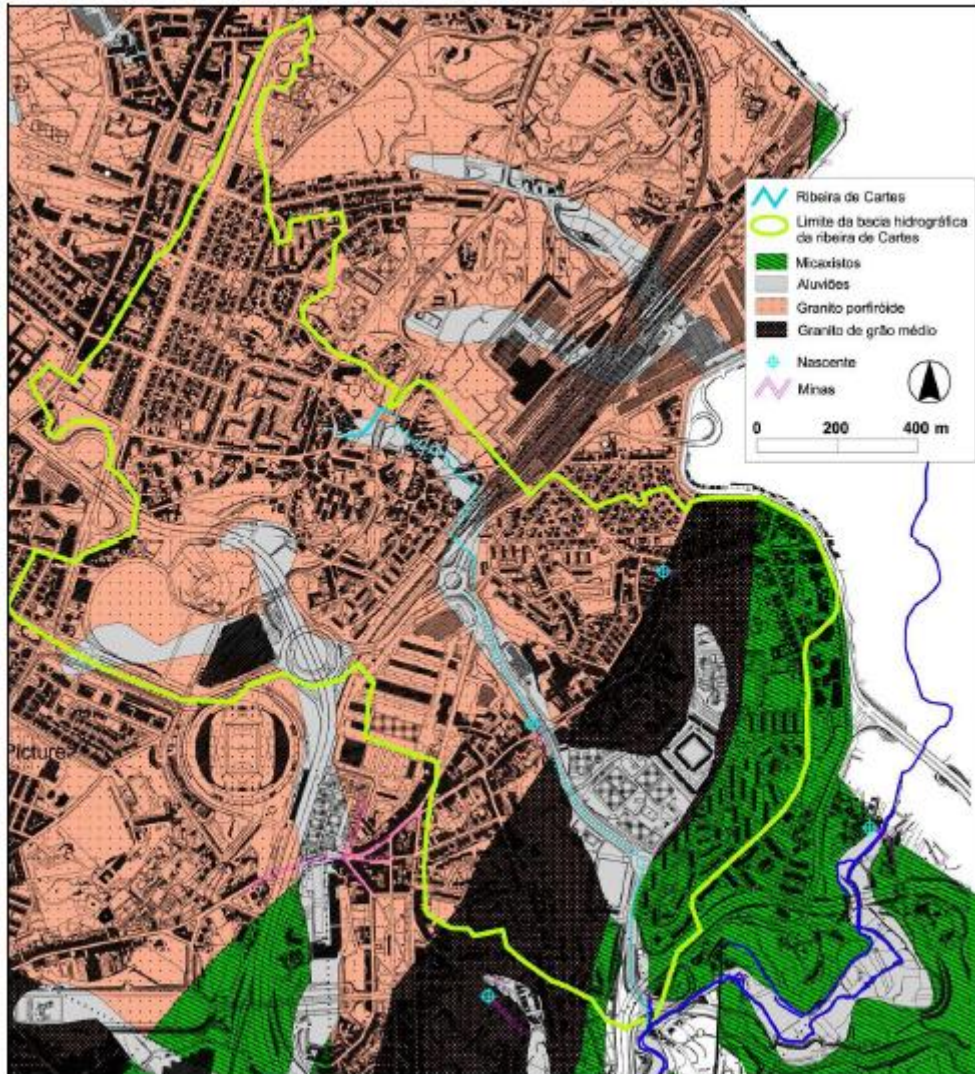
El producto del coeficiente de masividad (C_m) por la altura media (H_m) conduce al coeficiente orográfico (C_o), valor que, como el nombre indica, da informaciones relativas al relieve.

$$C_o = C_m H_m$$

Para el caso en estudio, el valor encontrado para este parámetro es de **3307 m^2/km^2 , indicativo de un relieve acentuado.**

Breve Descripción Geológica

Con base al análisis de la Carta Geotécnica de Oporto, se verifica que el área de la cuenca es caracterizada esencialmente por el suceso de granito porfiróide de grano grueso, verificándose la existencia de granito medio y de micaxistos en la zona más a Sur de la bacía. A lo largo del trazado antiguo de la ribeira y de su afluente se señala la presencia de depósitos aluvionares.



Caracterización geológica del área de la cuenca Hidrográfica de la Ribeira de Cartes (fuente: Carta Geotécnica de Oporto).

Ocupación del Suelo

La cuenca hidrográfica de la ribeira de Cartes se integra casi totalmente en la zona de Campanhã (94%), ocupando aún una pequeña área de la zona de Paranhos (6%).

La ocupación del suelo de la cuenca se caracteriza por la existencia de un núcleo urbano bien definido en la zona de la cabecera de la cuenca (barrio de Contumil) y en la zona inferior de la misma (barrio del Cerco), zonas de comercio y almacenes junto a la línea ferroviaria y junto a la Alameda de Cartes, y una malla rodoviária densa. A lo largo de la cuenca, principalmente en la zona aluvial aguas arriba de la línea ferroviaria, subsisten aún pequeñas áreas de cultivo.

4. ESTUDIO HIDROLÓGICO

Consideraciones Generales

La determinación y cuantificación correcta de caudales medios diarios en las secciones en estudio debe ser efectuada con base a registros de observaciones directas de caudales realmente ocurridos en esas secciones. Así presupone la existencia de mediciones de esos caudales y la disponibilidad de sus registros a lo largo de un periodo temporal significativo, lo que generalmente no sucede. Uno de los modos de obtener una estimativa de las afluencias es a través de un proceso indirecto, tomando como referencia caudales efectivamente registrados en una sección fluvial de un curso de agua integrante de una cuenca hidrográfica afín.

Este proceso indirecto presume la igualdad entre coeficientes de escolamiento de la cuenca hidrográfica en estudio y de la cuenca usada como modelo. Aun así, es necesario conocer los caudales registrados para la cuenca modelo así como las precipitaciones observadas ocurridas sobre las dos cuencas hidrográficas. Las cuencas hidrográficas deberán ser próximas, presentar áreas no muy diferentes y poner de manifiesto características de precipitación, fisiografía y climatología semejantes.

En pequeñas cuencas urbanas se hace muy difícil obtener, entre cuencas, un grado de semejanza así que permita efectuar el estudio de los caudales por estos procesos.

Como los caudales de punta de llena son aquellos que más interesan en el proyecto de infraestructuras y en la planificación, y para el cálculo de estos caudales existen metodologías explícitas que confieren resultados aproximados bastante razonables, en el presente informe se optó por efectuar solamente el estudio de los caudales de punta de llena.

Estimativa de Caudales de Llena

La existencia de un gran número de métodos de cálculo de caudales de llena, sin que ninguno de ellos haya sido unánimemente adoptado, indicia la amplitud y complejidad del problema y las diferentes actitudes, a veces contradictorias, que los especialistas sostienen en este tema.

Los métodos empíricos consisten en la utilización de fórmulas derivadas del estudio detallado de cuencas con características particulares. Partiendo de esta hipótesis, son establecidos coeficientes que sintetizan mejor las características hidrológicas del curso de agua y de la respectiva cuenca, no siendo por eso generalizable la fiabilidad de estos métodos.

Por otro lado, la fiabilidad de los resultados sería mayor si fueran utilizados métodos estadísticos y de correlación hidrológica, dependiendo sin embargo de la extensión y calidad de las series hidrológicas. La aplicación de estos métodos se hace difícil por un lado por la insuficiencia de registros de caudales en series suficientemente extensas que proporcionen una adecuada representatividad y por otro lado por el poco valor significativo que tendrían una vez que la acción del hombre va alterando las condiciones del cubierto vegetal, y hasta de la geomorfología, modificando las condiciones del escolamiento.

Los métodos cinemáticos hacen uso de las características del movimiento del agua a lo largo de la cuenca, expresadas a través de las nociones de tiempo de concentración - tiempo necesario para que toda la cuenca contribuya para el escoamento superficial de la sección en estudio - y de lluvia crítica -lluvia uniforme susceptible de causar el mayor valor de caudal de punta.

Atendiendo a la dimensión y características de la cuenca hidrográfica en la zona en estudio, se evaluaron los caudales de punta (de llenada) recurriendo a dos métodos de este tipo: el método de la Fórmula Racional y el método de Giandotti.

4.2.1. Secciones del estudio

Se efectuó el estudio de los caudales de punta de llena en cuatro secciones distintas de la ribeira de Cartes:

- La sección 1 corresponde al inicio del canal a cielo abierto, junto a Contumil, para donde drenan los caudales de la sub-cuenca A;
- La sección 2 corresponde a la sección la aguas arriba del cruzamiento de la calle Amorim de Carvalho, para donde se considera que drenan las sub-cuencas A y B;
- La sección 3 corresponde al inicio del tramo bajo la Alameda de Cartes, junto la rotonda del Mercado Abastecedor, donde se consideró la afluencia de las sub-cuencas A, B, C y D;
- La sección 4 corresponde a la desembocadura de la ribeira de Cartes, en el río Tinto.



Delimitación de las subcuencas de la Cuenca Hidrográfica de la Ribeira de Cartes. Secciones en estudio.

Tiempos de Concentración

El tiempo de concentración de una cuenca hidrográfica, es decir, el tiempo entre el instante en que determinada partícula de agua cinematicamente más alejada alcanza la cuenca y el instante en que la misma partícula atraviesa la sección de la cuenca hidrográfica en estudio, es de difícil cuantificación en virtud de los múltiples factores que intervienen en el fenómeno. Varias son las fórmulas, todas ellas empíricas, que buscan cuantificarlo. De las más utilizadas se citan estas:

- Kirpich:
$$t_c = 0.39 \left(\frac{L}{i} \right)^{0.385}$$

en que L representa la largura de la línea de agua principal en km e i la inclinación equivalente constante del río en %.

- Ven Te Chow:
$$t_c = 0.8773 \left(\frac{L}{\sqrt{i}} \right)^{0.64}$$

en que i representa la pendiente equivalente constante del río en m/km.

- Picking:
$$t_c = 0.088333 \left(\frac{L^2}{i} \right)^{0.333}$$

en que i representa la pendiente equivalente constante del río en m/m.

- Temez:
$$t_c = 0.3 \left(\frac{L}{i^{0.25}} \right)^{0.76}$$

en que i representa la pendiente equivalente constante del río en %.

- Giandotti:
$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.80\sqrt{H_m}}$$

en que A representa la superficie de la cuenca en km², L la largura de la línea de agua principal en km y H_m la altura media de la cuenca relativa a la sección en estudio.

En el Cuadro 4.1 se resumen las principales variables oradoras en el cálculo relativas a las secciones en estudio.

Cuadro 4.1 – Variables correspondientes a las secciones consideradas.

Secção	A [Km2]	L [m]	Δh [m]	Hm [m]	i [%]
1	0.40	0.50	21.00	22	4.2%
2	0.44	0.66	25.30	26	3.8%
3	0.91	1.26	53.00	35	4.2%
4	2.02	2.55	121.70	85	4.8%

Los tiempos de concentración calculados son los indicados en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.2- Tiempos de concentración, tc (horas), calculados por los diversos métodos.

Fórmula	Tempos de Concentração (h)			
	Secção 1	Secção 2	Secção 3	Secção 4
Kirpich	0.13	0.16	0.26	0.42
Ven Te Chow	0.17	0.21	0.31	0.46
Picking	0.16	0.20	0.30	0.45
Temez	0.32	0.41	0.65	1.09
[Média]	0.19 [12 min]	0.24 [15 min]	0.38 [23 min]	0.61 [36 min]
Giandotti	0.87	0.89	1.21	1.29

Precipitación

Cuando se efectuan estudios de avenidas, los datos relativos a la precipitación son de gran importancia, principalmente los valores de la precipitación crítica en 24 horas, para determinada frecuencia y los valores de la precipitación crítica para lluvias con duración igual al tiempo de concentración.

Dado que no son conocidos registros de lluvias con tiempos de precipitación del orden de magnitud del tiempo de concentración y no siendo válida la extrapolación de las líneas de posibilidad udométricas diarias para tiempos inferiores a 6 horas como es el caso, se admitió un valor de 0.40, suficientemente seguro, para el exponente de la ley (curva) de posibilidad udométrica. La precipitación diaria es multiplicada por 0.6 obteniéndose así el valor de la precipitación crítica para 6 horas, valor habitualmente utilizado para lluvias de 24 y 6 horas.

Entonces:

$$p_{t_c} = p_{24} \cdot 0.6 \left(\frac{t_c}{6} \right)^{0.4}$$

en que p_{tc} representa la precipitación crítica para tiempos iguales a los tiempos de concentración, p_{24} la precipitación correspondiente a 24 horas y t_c el tiempo de concentración.

Las precipitaciones máximas diarias fueron determinadas en base a los registros del puesto udométrico de Piedras Rubras, obtenidos a partir de datos suministrados por el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos del Instituto del agua para diferentes periodos de retorno, T. Los valores recogidos constan del Cuadro 4.3.

Quadro 4.3 - Precipitações máximas em 24 horas para um determinado período de retorno, T.

T [anos]	5	20	50	100
P24 [mm]	79	108	126	139

En el cálculo de la precipitación crítica (Cuadro 4.4) se utilizaron los valores del tiempo de concentración obtenidos por la aplicación de la expresión de Giandotti, una vez que la precipitación crítica será utilizada, esencialmente, en el cálculo de los caudales de llena por la formulación de Giandotti.

Quadro 4.4 - Precipitações críticas, p_{tc} , (mm).

	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Secção 1	22	30	35	39
Secção 2	22	30	35	39
Secção 3	25	34	40	44
Secção 4	26	35	41	45

Caudales de Punta de Avenida

Para el cálculo de los caudales de punta de llena, asociados a cada sección, serán utilizadas dos expresiones, la Racional y a de Giandotti, ambas pertenecientes a los métodos cinemáticos, o sea:

- Racional: $Q=C_r C_i A$

en que Q representa el caudal de punta de llena en m³/s, C el coeficiente de escolamiento, Cf es el coeficiente de ajuste, i la intensidad de precipitación en m/s, A la superficie de la cuenca en m². Cf varía en función del periodo de retorno del siguiente modo: T=25 años, Cf=1,1; T=50 años, Cf=1,2; T=100 años, Cf=1,25 [9].

▪ Giandotti:
$$Q = \frac{\lambda A h}{t_c}$$

en que Q representa el caudal de punta de llena en m³/s, λ un parámetro adimensional igual a 0.346 para cuencas hidrográficas con área inferior a 300 km², A la área de la cuenca en km², h la precipitación máxima en mm y t_c el tiempo de concentración.

Un parámetro que es necesario definir para aplicación de la fórmula racional es la intensidad de precipitación. Debido a la falta de datos suficientes, se recurrió a las curvas de intensidad/duración/frecuencia (IDF) propuestas por Matos y Silva, 1986, considerando la duración de precipitación igual al tiempo de concentración, que corresponde a la situación más desfavorable.

La intensidad de precipitación se obtiene a través de la siguiente expresión

$$i = a t^b$$

en que i representa la intensidad de precipitación en mm/h, t es la duración de la precipitación en minutos y a y b son parámetros adimensionales que dependen de la región y del tiempo de retorno considerados. En el Cuadro 4.5 se presentan los valores de estos parámetros propuestos por Matos y Silva, 1986 para la región de Oporto.

Cuadro 4.5- Parámetros a y b de las curvas IDF propuestos por Matos y Silva, 1986 para la región de Oporto.

Parámetro	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
a	268.60	334.95	372.82	399.66
b	-0.613	-0.619	-0.622	-0.624

El tiempo de concentración utilizado corresponde a la media de los tiempos de concentración obtenidos por las expresiones de Kirpich, Ven Te Chow, Picking y Temez, a los cuales se añadió un valor de 5 minutos que corresponde al tiempo de afluencia de la precipitación a los colectores, atendiendo que el drenado se hace de modo artificial.

Relativamente a la cámara de retención existente junto al “lavadero”, debido a su pequeña capacidad de retención (cerca de 180 m³), y atendiendo a las informaciones suministradas por los habitantes de la zona, según los cuales la misma tiene funcionamiento deficiente (no se

limpia desde hace más de una década), se despreció su influencia en el tiempo de concentración de la sub-cuenca. Los resultados obtenidos son presentados en el Cuadro 4.6.

Cuadro 4.6- Intensidad de precipitación, i , (mm/h).

	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Secção 1	48	59	65	69
Secção 2	43	53	59	62
Secção 3	35	43	47	50
Secção 4	27	33	37	39

La definición del coeficiente de escorrentía es la principal duda en la aplicación del método racional, muy utilizado y aconsejado para cuencas con área inferior a 25km², como es el caso. La bacía de la ribeira de Cartes presenta zonas con gran porcentaje de área impermeabilizada, caracterizada por la ocupación de calles, vías ferroviarias, zonas residenciales (viviendas y edificios), zonas de comercio y almacenes, pocos espacios verdes y aún algunas (pocas) zonas com utilización agrícola o de terrenos baldíos. Se recurrió a información de Lencastre, para obtener los valores ponderados para cada sub-cuenca (Cuadro 4.7).

Cuadro 4.7- Coeficientes de escolamiento C , adoptados.

Sub-Bacia afluyente à secção 1	0.58
Sub-Bacias afluentes à secção 2	0.55
Sub-Bacias afluentes à secção 3	0.56
Sub-Bacias afluentes à secção 4	0.53

En los Cuadros 4.8 y 4.9 se presentan, para las secciones 1 y 2, los caudales punta de llenada obtenidos por la aplicación de las fórmulas Racional y de Giandotti.

Cuadro 4.8- Caudales punta de avenida (m³/s) obtenidos por aplicación de la Fórmula Racional.

	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Secção 1	3.1	4.2	5.0	5.6
Secção 2	2.9	3.9	4.7	5.3
Secção 3	5.0	6.7	8.0	8.9
Secção 4	8.2	11.0	13.2	14.6

Cuadro 4.9- Caudales punta de llenada (m³/s) obtenidos por aplicación de la Fórmula de Giandotti.

Del análisis de los valores presentados se verifica que los resultados obtenidos por la Fórmula de Giandotti suministran valores más elevados. Efectivamente, esta formulación tiende a dar resultados sobreestimados para cuencas de pequeña dimensión, como es el caso de la cuenca del presente estudio.

Por esta razón, se propone que los caudales de punta de llena a adoptar en el presente estudio sean los obtenidos por la aplicación de la Fórmula Racional. Los caudales estimados por esta formulación, para las dos primeras secciones en estudio, apuntan para valores del caudal de llena ligeramente inferiores en la sección de aguas arriba. Este hecho se debe al amortiguamiento de la llena provocado por la retención de los caudales en los campos de cultivo existentes en el margen derecho del canal.

Aunque los métodos cinemáticos sean corrientemente más utilizados para la determinación de caudales punta de llenada y aquellos que, posiblemente, conducen a resultados más satisfactorios, sobre todo para cuencas de pequeña dimensión, los resultados obtenidos deben ser encarados como una estimativa del orden de magnitud de los caudales de punta llena eventualmente asociados a los episodios de inundación en estudio.

5. ESTUDIO HIDRÁULICO - SIMULACIÓN DE LLENADA

Consideraciones Generales

En el presente estudio, la ejecución de simulaciones hidráulicas de llenada presenta grandes dificultades que se prenden esencialmente con la inexistencia de un catastro actualizado del drenado artificial de la cuenca y con las limitaciones de los modelos de simulación existentes.

En el ámbito del presente estudio, fueron contactados diversos servicios y empresas municipales y otras que pudieran tener catastro de la red de aguas pluviales en el área de influencia de la cuenca de la ribeira de Cartes. Fue obtenida información proveniente de la Dirección Municipal de la Vía Pública del Ayuntamiento de Oporto y de las empresas Aguas de Oporto, Y.M. y Metro de Oporto, S.A. Se efectuó el análisis de esa información, concluyéndose que existían algunas discrepancias y mucha falta de datos relativos a las secciones de los colectores y profundidades de las cajas de inspección.

Aunque la información recogida no sea suficiente para efectuar simulaciones de lлена, el análisis del trazado de los colectores de aguas pluviales fue determinante para la delimitación de las áreas de drenado y ajuste de las sub-bacias drenantes.

El reconocimiento de las principales situaciones críticas y el contacto con los habitantes, ayudaron a definir, aunque con mucha dificultad, algunas áreas de zonas inundables.

5.2. Simulación Hidráulica

Para la modelación hidráulica de los límites de lлена se recurre frecuentemente a la aplicación de un modelo de la autoría del Hydrologic Engineering Center designado por HEC-RAS, River System Analysis. Este programa permite calcular y trazar curvas de rabeo de escolamientos en líneas de agua con diferentes configuraciones geométricas, siendo posible entrar en línea de cuenta con varias singularidades. El cálculo de las condiciones de escolamiento es efectuado utilizando el teorema de Bernoulli, recurriendo a un método de diferencias finitas denominado "standart step method". La ecuación de la energía es resuelta iterativamente, partiendo de condiciones de escolamiento en la sección de control. Las pérdidas de carga continuas son cuantificadas por aplicación de la expresión de Manning-Strickler. Las pérdidas de carga debidas a la variación de la geometría de la sección transversal son función de la diferencia entre las energías cinéticas en esas secciones.

En el presente estudio, la simulación hidráulica del fenómeno de lлена por esta metodología solo puede ser realizada en el tramo de la ribeira en que el flujo se efectúa en el canal a cielo abierto. En este sentido se consideraron las siguientes hipótesis simplificativas:

- Los datos insertados en el programa son los caudales y no los hidrogramas de lлена, considerándose que el escolamiento es permanente. No fue analizada la evolución temporal de la lлена, una vez que se desconoce el hidrograma de lлена en la sección en estudio y su estimativa es difícil pues se trata de un escolamiento artificial utilizando colectores de aguas pluviales de los cuales no se conoce la sección ni las características de implantación;
- El flujo es gradualmente variado - distribución hidrostática de presiones y unidireccional - la carga total es la misma en todos los puntos de la sección transversal;
- El declive longitudinal de la línea de agua es pequeño (inferior a 10%), pudiendo la altura del flujo ser representada por el valor leído en la vertical. Debido a esta limitación de cálculo, no se puede efectuar la simulación en el tramo final del canal a cielo abierto, pues la entrada para el acueducto que efectúa el cruzamiento de la calle Amorim Carvalho tiene una inclinación superior a 18%.

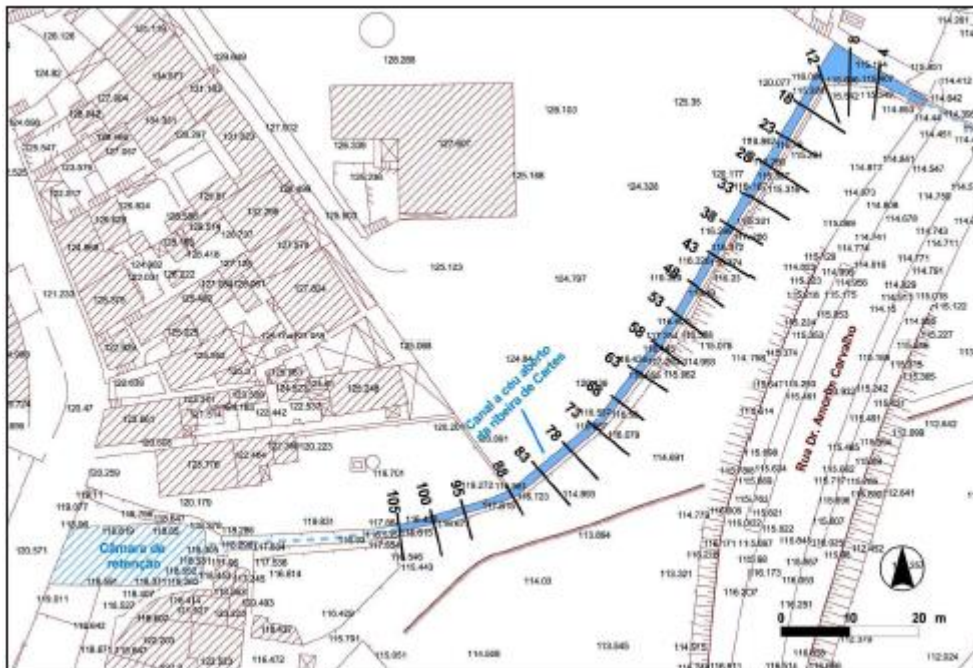
Con base al levantamiento topográfico del canal y zona envolvente realizado por la División Municipal de Cartografía y Catastro del Ayuntamiento de Oporto entre Octubre y Diciembre de 2007 se definieron las principales características geométricas del escolamiento: la línea céntrica del escoamento, los márgenes del canal y los perfiles transversales a lo largo del escolamiento (Figura 38).

El canal a cielo abierto de la ribeira de Cartes tiene cerca de 100 m de largo, una inclinación media del 0,6% (varía entre 0,1% y 7%, en el tramo final) y una sección con una anchura media

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

de 1.2 m (varía entre 1.1 y 1.3 m) y una altura media de 1.0 m (varía entre 0.85 y 1.15 m). Su constitución es esencialmente de hormigón, presentando, sin embargo, algunos muros de piedra argamassada. El coeficiente n de Manning adoptado fue de 0.02.

Los caudales afluentes al canal son provenientes de la cámara de retención existente junto al lavadero de Contumil, que fluyen a través del canal cubierto, y también del flujo superficial de la calle (debido a la insuficiente capacidad de los colectores de aguas pluviales), que se concentran en esta zona.



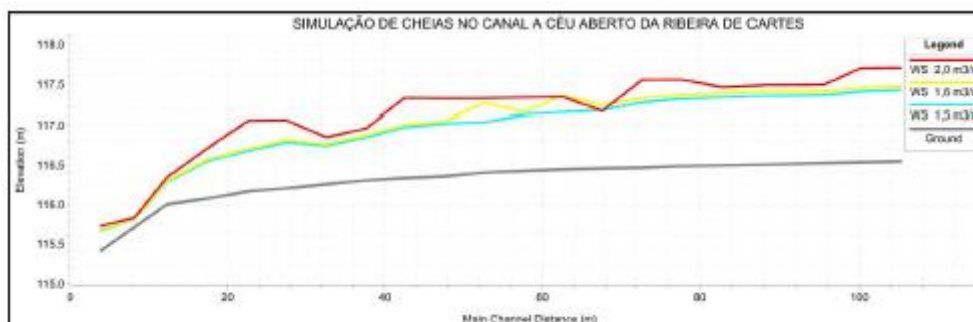
Localización de los perfiles transversales a lo largo del canal a cielo abierto de la ribeira de Cartes.

Resultados

Los resultados obtenidos para la simulación hidráulica del flujo en el canal a cielo abierto revelan que el canal tiene capacidad para drenar un caudal de cerca de 1,5m³/s.

En la Figura 39 se presentan las curvas de rabeo en el canal, para tres valores diferentes. En el Anexo I se presentan los resultados de la simulación hidráulica efectuada para los mismos valores. De su análisis se verifica que, las curvas obtenidas para flujos de caudales superiores a 1.5 m³/s presentan interferencias en la superficie libre, debido al galgamento del margen derecho, que funciona como descargador lateral. Para un caudal de 1,6 m³/s, el desbordamiento se inicia sensiblemente en medio del canal, mientras que para un caudal igual a 2.0 m³/s se verifica que el desbordamiento ocurre desde el inicio del mismo.

Se remarca que las condiciones de flujo consideradas tienen como presupuesto que el flujo en la sección de aguas abajo (cruzamiento de la calle Amorim de Carvalho) ocurre en condiciones normales, es decir, sin estrangulamientos (por acumulación de sedimentos, basuras o sólidos).



Curvas de rabeo en el canal a cielo abierto de la ribeira de Cartes para las simulaciones de llenas con caudais de 1.5, 1.6 y 2.0 m³/s.

En esta sección, los caudales de punta de llena calculados en el capítulo anterior (Cuadro 4.8) son muy superiores a la capacidad de drenado del canal, justificándose así, el galgamiento del muro del margen derecho y la inundación de los terrenos para llenas de suceso frecuente (periodos de retorno inferiores a 5 años).

En este caso, la simulación para los caudales de punta de llena está limitada una vez que el programa de modelación hidráulica utilizado tiene como hipótesis simplificativa que el flujo es unidireccional, o sea, que la carga total es la misma en todos los puntos de la sección transversal.

Interpretación y Delimitación Cartográfica

El suceso de galgamiento del muro del margen derecho del canal, para caudales de llena inferiores al de la llena con un tiempo de retorno de 5 años, y las limitaciones del modelo para situaciones de este tipo implicaron la adopción de simplificaciones en el análisis de la delimitación de llenas en la ribeira de Cartes. Según información de los habitantes locales, en la calle de la Fuente de Contumil, en la zona del lavadero y de la cámara de retención, es muy frecuente la existencia de inundaciones que “duran hasta que el agua consigue fluir” para el margen derecha de la ribeira. Era en este margen que se efectuaba el recorrido natural de la ribeira antes de haber sido canalizada y desviada junto el muro de delimitación del terreno, existiendo, aún una depresión que pone de manifiesto el anterior lecho más pequeño de la línea de agua.

En este margen, existe una área con cerca de 1500 m², que se encuentra confinada entre el talud de la calle Amorim de Carvalho y los muros de las construcciones envolventes y del canal de la ribeira, utilizada para el cultivo agrícola, que, según informaciones recogidas, es inundada con gran frecuencia (“casi todos los años y a veces más que una vez al año”), funcionando como zona de retención.

Esta situación contribuye favorablemente para el amortiguamiento de las puntas de llena. Sin embargo, esta zona de retención no posee descarga que permita el posterior escolamiento de los caudales, lo que proporciona la acumulación de agua durante mucho tiempo. En ocasiones en que la precipitación es más intensa y/o la lluvia es de mayor duración, y la cota de llena alcanza los 115.0 m (corresponde un volumen retenido de aproximadamente 900 m³), se

verifica la inundación de la calle Amorim de Roble para Nordeste y, consecuentemente, los terrenos del lado Este de esa calle, hasta al muro de la calle de la Presa de Contumil.

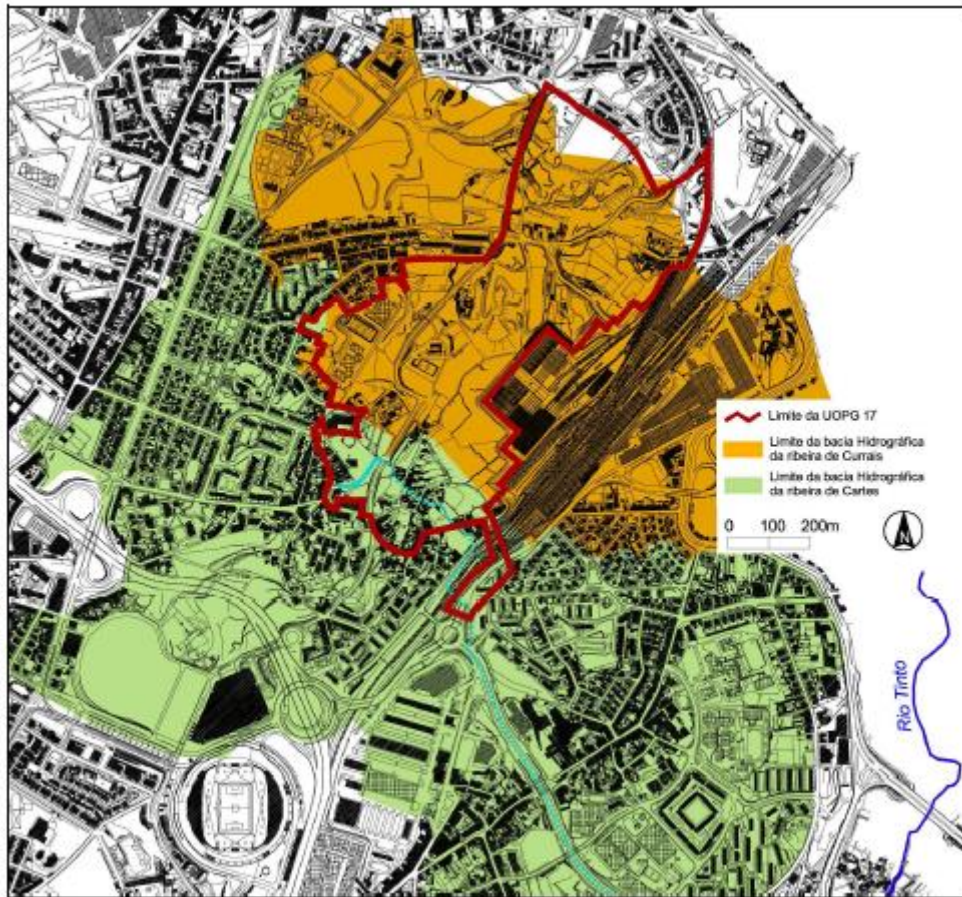
No se consiguió prever para que caudal de llena es que se verificará la inundación de esta calle porque depende de varios factores, entre los cuales el grado de saturación del terreno, la capacidad de drenado del pasaje hidráulico y de los colectores aguas abajo, la frecuencia de las lluvias, etc. Sin embargo, se considera oportuno admitir que sea inundable para avenidas de media frecuencia.

Más allá de esta delimitación que resulta directamente del escolamiento superficial del tramo a cielo abierto de la ribeira, existen otras situaciones críticas de drenado de aguas pluviales que han provocado inundaciones. Estas situaciones críticas están directamente relacionadas con la insuficiente capacidad de vaciado de los colectores (entre la calle Amorim de Carvalho y la calle Avelino Ribeiro, juntado al camino de hierro), con la existencia de condiciones deficientes de funcionamiento de cajas y cámaras de carga (en la calle Amorim de Carvalho y en la calle de la Presa de Contumil), con la falta de limpieza de los colectores y con la deficiente concepción del acueducto de la ribeira y de la red de aguas pluviales.

En ese ámbito, se localizaron algunos puntos críticos donde se prevé que frecuentemente se producirán inundaciones y se delimitaron las áreas probables de inundación a que se asocia un elevado grado de incerteza. En el Dibujo 4 se presentan esas zonas inundables sobre la cartografía del Municipio de Oporto a la escala 1/2000.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto





Delimitación del área propuesta para la UOPG17.

Estimativa de Caudales para Escenarios Futuros

Las intervenciones previstas al nivel de la extensión de la red del metro a Gondomar y de los nuevos planes de pormenor de la UOPG17, provocarán algunas alteraciones al nivel morfológico de la sub-cuenca de la ribeira de Cartes que drena para el tramo a cielo abierto.

Analizando las alteraciones morfológicas previstas por el proyecto de la línea del metro, se verifica la eliminación de las áreas de terrenos baldíos y con alguna componente agrícola, a que se asocia el aumento del área impermeabilizada debido a la ocupación por la línea y estación de metro y nuevas calles. Estos factores influencian directamente en el coeficiente de escolamiento de la cuenca.

Por otro lado, hay que considerar el área de drenado de la cuenca de Currais que será transferida para esta bacía y que interferirá con el escolamiento actual de la ribeira aguas abajo de la Rotonda del Mercado Abastecedor.

Adoptando una metodología idéntica a la propuesta en el capítulo 4 para el cálculo de los caudales de llena, se estimó que el coeficiente de escolamiento será aproximadamente de 0.50 (considerando que el Plan de Pormenor a desarrollar para la cuenca en el ámbito de la UOPG 17 incorporará áreas verdes en proporcionalidad similar al Plan ya desarrollado) y que el área a drenar tendrá un aumento de cerca de 14 ha. Así, es de prever que se pueda verificar un aumento de cerca de 10% en los caudales generados aguas arriba de la línea de “camino de

hierro”, que se refleja en más cerca de 6% en los caudales de punta de llena en la desembocadura de la ribera.

Contribuciones

Según Alves [1], es importante la existencia de ribeiras en zonas edificadas, pues estas presentan una tipología de espacio público urbano contemporáneo, potenciando la interacción hombre-espacio.

El urbanismo ha revelado una ausencia de tradición y de definición de estrategias de planificación integrada y participado del dominio hídrico, notándose una visión localizada y no integrada de los impactos de las intervenciones que tiene como consecuencias la deterioración de las zonas ribeirinhas y el suceso recurrente de inundaciones en zonas urbanas.

Las alteraciones al nivel morfológico de la cuenca asociadas a la conducción de la línea de agua, ocupación de los lechos de llena y al aumento del área impermeabilizada de la bacía interfieren directamente en el escolamiento de la ribeira teniendo las siguientes consecuencias principales:

- disminución de la calidad ambiental de la ribeira asociada a la disminución del tramo a cielo abierto de la ribeira;
- aumento de los caudales de llenada asociados al aumento del área drenante, alteraciones del uso del suelo, concentración de las descargas de aguas pluviales;
- disminución del área de retención de llenadas debido a la ocupación de los lechos de llena.

Se presentan seguidamente algunas contribuciones genéricas referentes al drenado de aguas pluviales:

1. Rehabilitación/ naturalización del tramo de la ribeira de Cartes entre la cámara de retención junto al Lavadouro de Contumil y el cruzamiento de la línea ferroviaria, como propuesto al punto 6.2, de modo a minimizar los problemas asociados las llenas en este tramo de la ribeira, a la cual se asocian otras ventajas del punto de vista ambiental y paisagístico;
2. Reformular los sucesivos aprovechamientos y desvíos de agua para regadío de modo a establecer el control de los caudales derivados en ocasiones de llenada;
3. Reformulación del sistema de drenado de esgotos de modo a interceptar las descargas de esgotos a cielo abierto (Figuras 50 y 51);
4. Deberá evitarse la ocupación de los lechos de llena y de áreas aluvionares que constituyeron, anteriormente, locales de concentración de caudales de drenado natural;
5. Deberá preverse la compensación del aumento de las áreas impermeáveis com la adopción de dispositivos de absorción o de retención de caudais, tanto al nivel del edificio (pequeños depósitos para utilización doméstica de riego), tanto al nivel del loteamento (planos de infiltración, pavimentos drenantes, valas de infiltración, trincheras de percolación, pozos absorbentes) o del área envolvente (cuenca de retención, modelación de suelos). En este

sentido, la concepción del sistema de drenado deberá interactuar con los planes de intervención urbanística;

6. Los sistemas de drenado de aguas pluviales deberán ser concebidos de modo a acompañar la orografía del terreno de modo a minimizar las alteraciones en los límites de las cuencas y en el drenado natural, acortando la extensión de los colectores y promoviendo la descarga final en la línea de agua más próxima y evitando la concentración de caudales en una sola descarga;

7. Deberán ser mitigados los impactos en el sistema de drenado artificial existente de forma a evitar disfunciones e inundaciones donde estas no existían antes.

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio se efectuó la caracterización de la cuenca hidrográfica de la Ribeira de Cartes, el estudio hidrológico de los caudales de llenada, el levantamiento de situaciones críticas relativas a avenidas y la presentación de propuestas de minimización de las mismas.

La cuenca hidrográfica de la ribeira de Cartes, en la que se encuentra la zona en la que se va a ejecutar la obra, presenta una densa ocupación urbana caracterizada por una extensa red viaria, por la presencia de vías ferroviarias, zonas residenciales y de almacenaje, que se fue reflejando en la artificialización total de las líneas de agua de la cuenca.

Esta artificialización presenta características diferentes en la sub-cuenca aguas arriba de la línea de camino de hierro del Duero y Minho y en la sub-cuenca aguas abajo de la misma. Aguas arriba de la línea ferroviaria, la fontanería de la ribeira fue efectuada por tramos aislados, reformulados puntualmente cuando ocurren emergencias, con múltiples derivaciones para canales de regadío, cámaras receptoras u otros fines, resultando en una red de drenado de aguas pluviales con funcionamiento deficiente, donde se verifican inundaciones frecuentes.

Aguas abajo de la línea de ferrocarril, el acueducto de la ribeira hasta a la desembocadura resultó de una única intervención a lo largo de la Alameda de Cartes y calle del Peso de la Régua, desconociéndose la existencia de casos graves de inundaciones

La inexistencia de un catastro completo y actualizado del drenado de aguas pluviales y las limitaciones de los modelos hidráulicos para simulaciones de situaciones de drenado, como las existentes en esta cuenca, imposibilitaron la simulación de llenas en los tramos donde hay acueductos y llevó a la adopción de simplificaciones de los fenómenos hidráulicos de la avenida. Así, el objetivo de delimitar las zonas inundables por las avenidas para vários tiempos de retorno está fuertemente condicionado.

Pero, teniendo en cuenta relatos de habitantes y registros de avenidas anteriores, se efectuó el análisis de los principales puntos críticos y se definieron algunas zonas inundables a que se asocia un elevado grado de incerteza en su delimitación. La existencia de colmataciones y obstrucciones podrán originar situaciones de inundaciones localizadas de difícil delimitación cartográfica.

Los problemas actuales asociados a las avenidas en la ribeira de Cartes se localizan esencialmente en el tramo de la ribeira entre la cámara de retención junto al Lavadouro de

Contumil y el cruzamiento de la línea ferroviaria. En este tramo, la ribeira se encuentra canalizada a través de varios trozos de colectores, de diferentes secciones, que resultaron de sucesivas intervenciones “de emergencia”, o simplemente por la construcción de colectores sin proyectos integrados. Se puede asegurar que la zona en la que se encuentra el proyecto en estudio no tiene riesgo de inundación con la actual red de colectores existente frente a avenidas con los periodos de retorno calculados.

En el ámbito de la mitigación de los problemas en las zonas comentadas se propone el desentubamiento y la renaturalización de la ribera, retomando el trazado natural de la misma. Esta solución garantiza un mayor amortiguamiento de las llenadas, facilita el acceso a los colectores y un mejor control de las descargas, es compatible con el uso de los márgenes para la agricultura y garantiza un mejor control de la calidad de los efluentes. Deberá constituir una intervención a insertar en un plan urbanístico que posibilite la interferencia en el edificado existente.

En el caso de no ser viable la renaturalización de la línea de agua en los tramos recomendados, se considera que es fundamental la remodelación del tramo de acueducto de la línea de agua y de la red de drenado de aguas pluviales afluente, desde el pasaje hidráulico de la calle Amorim de Roble hasta a la calle Avelino Ribeiro. Esta remodelación debe ser efectuada de modo integrado, atendiendo a las implicaciones en el drenado aguas arriba y abajo de este tramo.

Relativamente a las intervenciones urbanísticas previstas para la cuenca de la ribeira de Cartes - extensión de la red del metro a Gondomar y Plan de Pormenor asociado a la UOPG17 - se considera que, aunque las mismas vengán a provocar algunas alteraciones al nivel morfológico de la sub-bacia inmediatamente aguas arriba de la línea ferroviaria, estas tendrán mayor reflejo en el drenado de los caudales aguas abajo de la línea de ferrocarril, o sea, en el acueducto instalado bajo la Alameda de Cartes, así que para aquellas intervenciones se propone la construcción de una conexión directa a aquel acueducto.

Con el objetivo de minimización de los problemas relativos las avenidas e inundaciones y de recuperación del sistema ribeirinho de Cartes se presentaron algunas contribuciones genéricas en el ámbito de los Planes Detallados a desarrollar para la UOPG17, referentes al drenado de aguas pluviales y renaturalización de la línea de agua.

7. BIBLIOGRAFIA

AMORIM, A. A., NEVES, J., Porto d' Água, ISEP, SMAS Porto, 2001.

BRANDÃO, C., RODRIGUES, R. Precipitações Intensas em Portugal Continental para Períodos de Retorno até 1000 anos. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos, DSRH, INAG, Lisboa, 1998.

CHOW, V. T. Handbook of Applied Hydrology. McGraw-Hill, New York, 1964

CORREIA, F.N., Alguns Procedimentos adoptados pelo Soil Conservation Service para o Estudo do Impacto da Urbanização nos Caudais de Cheia, LNEC, Lisboa, 1984
Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto, Lisboa, 1995.

Direcção Geral dos Recursos Naturais, Manual de Saneamento Básico, Lisboa, 1991.

HEC. Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual.

Hydrologic Engineering Center US Army Corps of Engineers, EUA, 2002.

[8] HIDRORUMO; HIDRO 4; PROCESL; PROSISTEMAS. Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Douro. 1ª Fase. Vol III - Análise (Ver. 1-99/07/30). Instituto da Água, 1999.

LENCASTRE, A., FRANCO, F. M. Lições de Hidrologia. Universidade Nova de Lisboa. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 1984.

M.P.A.T., S.E.A.R.N., D.G.R.A.H. Monografias Hidrológicas dos Principais Cursos de Água de Portugal Continental, Divisão de Hidrometria, Lisboa, 1986

MATOS, M. R., SILVA, M. H. Estudos de Precipitação com Aplicação no Projecto de Sistemas de Drenagem Pluvial. Informação Técnica. LNEC, Lisboa, Portugal, 1986.

PORTELA, M. M., SILVA, A. T., MELIM, C. P. O Efeito da Ocupação Urbana nos Caudais de Ponta de Cheias Naturais em Pequenas Bacias Hidrográficas. 5º Congresso da Água. APRH, Portugal,

RIBEIRO, A. A. Hidrologia. Águas Superficiais. Universidade do Porto. Faculdade de Engenharia. Laboratório de Hidráulica. Porto,

TUCCI, C., PORTO, R., BARROS, M., Drenagem Urbana, Porto Alegre, ABRH, Editora da Universidade, UFRGS, 1995

Anejo 3

Movilidad

Índice

1. Introducción	3
2. Metodología de recogida de los datos de terreno	3
3. Desplazamientos entre Oporto y los municipios vecinos	5
4. Desplazamientos por sector	9
5. Desplazamientos por zonas	14
6. Conclusiones.....	17
7. Matrices de desplazamientos	18

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de este proyecto se ha decidido recurrir a un Modelo de Afectación de Tráfico de la Ciudad de Oporto desarrollado por la Facultad de Ingeniería de Oporto (FEUP) para demostrar y justificar la necesidad de aumentar la capacidad de la "Vía Norte" debido a las continuas retenciones que en ella se producen. También se hace una valoración cuantitativa de los desplazamientos producidos en la hora crítica.

Este documento ha servido como base al proyectista para cuantificar de manera muy fiable la demanda de tráfico en la ciudad de Oporto así como de las carreteras que se verán afectadas por las obras de ampliación de la N14.

Según la encuesta de la movilidad realizado en el año 2009, el transporte individual representaba cerca de 50 % de los viajes con origen y/o destino Oporto (y el 61% de los viajes motorizados), valor suficientemente representativo de la importancia de este modo de transporte.

El desarrollo del modelo supuso la caracterización de los patrones rodoviários en transporte individual en la ciudad, por el que fue necesario el uso de una matriz Origen-Destino (La/D), optando por caracterizar el período decurrente entre las 7h30 y las 9h30 de los días laborables, considerandolo el intervalo crítico rodoviário para el área en estudio.

Partiendo de una breve descripción de la metodología adoptada para la construcción de la matriz, el presente trabajo proporciona el análisis de los principales resultados de la matriz Origen /destino.

El documento comienza por evaluar los principales flujos ocurridos en este periodo, en particular en lo que se refiere a las relaciones entre Oporto y los municipios vecinos. Los datos provenientes de la matriz La/D son posteriormente analizados a escala intra-urbana (sector y zona de tráfico). Finalmente, son presentadas las principales conclusiones extraídas de estos abordajes.

La interpretación de los resultados há tenido en consideración, siempre que há sido posible, el conocimiento previo de los patrones de movilidad expresados en estudios anteriores atendiéndose, sin embargo, al desfase temporal y a las diferentes metodologías utilizadas en los trabajos en cuestión.

En este dominio, el inicio de la operación del Metro de Oporto fue un condicionante contemplado, hecho que no inviabiliza la pertinencia de la estimación de algunos aspectos relevantes de la movilidad en transporte individual en Oporto, utilizando los primeros datos disponibles del estudio, después de la introducción de este nuevo medio de transporte.

2. METODOLOGÍA DE RECOGIDA DE LOS DATOS DE TERRENO

El proceso de construcción de la Matriz La/D en la Ciudad de Oporto para la hora de punta de la mañana comenzó por la definición del zoneamiento, teniendo como referencia el trabajo desarrollado por FEUP) y el zonamento utilizado en la Encuesta de Movilidad de la Población Residente (2009). De este modo, fueron delimitadas 87 zonas interiores en la ciudad y 22

zonas exteriores, estas últimas representativas de conexiones de Oporto con los municipios aledaños. En la preparación de los trabajos de campo las zonas interiores fueron agregadas en 9 sectores, de A hasta la I (Figura 1) .

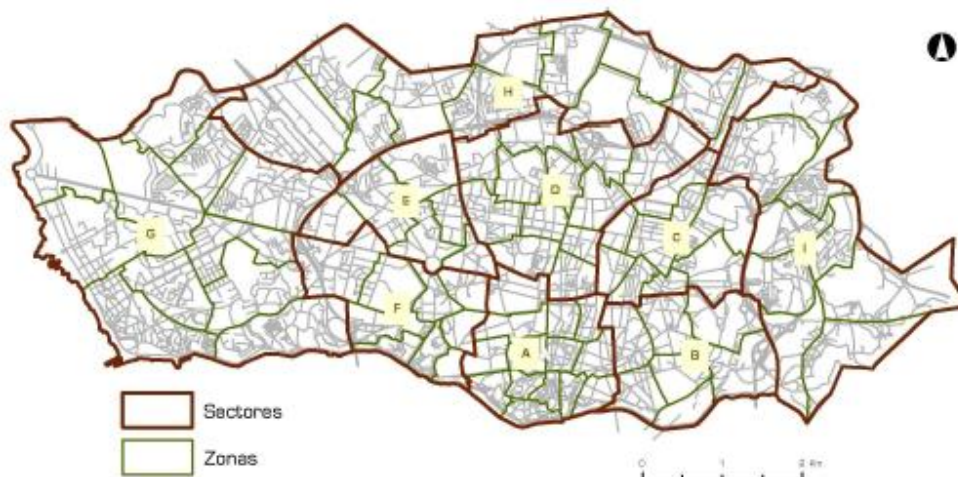


Figura 1- Zonamento de la ciudad

La localización de los puestos de encuesta tuvo como objetivo la observación de todos los viajes entre pares La/D, pertenecientes a diferentes sectores. Todos los puestos de encuesta se localizaron en cruces semaforizados, de modo a reducir la incómodidad y las molestias a los conductores. En los casos en que no fue posible, se optó por la realización de estudios físicos de contage. Dicho de otro modo, la construcción de la matriz La/D se basó en encuestas a los automobilistas y en contage de tráfico, como se explicará seguidamente.

Los trabajos de campo, es decir, las operaciones de encuesta y el contage de vehículos, fueron realizados por el consorcio de empresas RDT/TIS y transcurrieron entre las 7h30 y las 9h30 en el periodo entre 19 de Abril y 16 de Junio de 2005, presentándose en el Cuadro 1 los datos más relevantes de este proceso.

Cuadro 1- Algunos datos referentes al trabajo de campo realizado

Número total de postos (contagem/inquérito)	149
Duração dos trabalhos de campo (días)	29
Número total de operadores	512
Número de Veículos contados (Ligeiros/Pesados) em todos os postos de contagem	272.280/13.112
Número de Veículos Ligeiros contados nos postos de inquérito	155.916
Número de Inquéritos (Ligeiros)	18.741

Fonte: Câmara Municipal do Porto, TIS (2006)

Las cuentas de tráfico fueron realizadas por clase de vehículo (Ligeros, Pesados Comerciales y Pesados de pasajeros) y los resultados agregados en periodos de 15 minutos. Las encuestas La/D fueron realizadas a los conductores de los vehículos ligeros con un muestreo de, por lo menos, 10% en relación al volumen contado en cada puesto de encuesta.

Fue solicitada la colaboración de los conductores para responder a dos preguntas: “de donde viene” (Origen del viaje) y “para donde va” (Destino del viaje). Las respuestas consideradas válidas identificaban los lugares a través del nombre de la calle y número, u outra referencia (ej.: centro comercial, cuartel, museo, etc.).

El tratamiento de los datos permitió, partiendo de los valores de los contages y de los resultados de las encuestas La/D, la estima de la Matriz El/D final relativa a las 109 zonas consideradas. Este tratamiento fue dividido en dos fases: construcción de una matriz provisional y construcción de la matriz final.

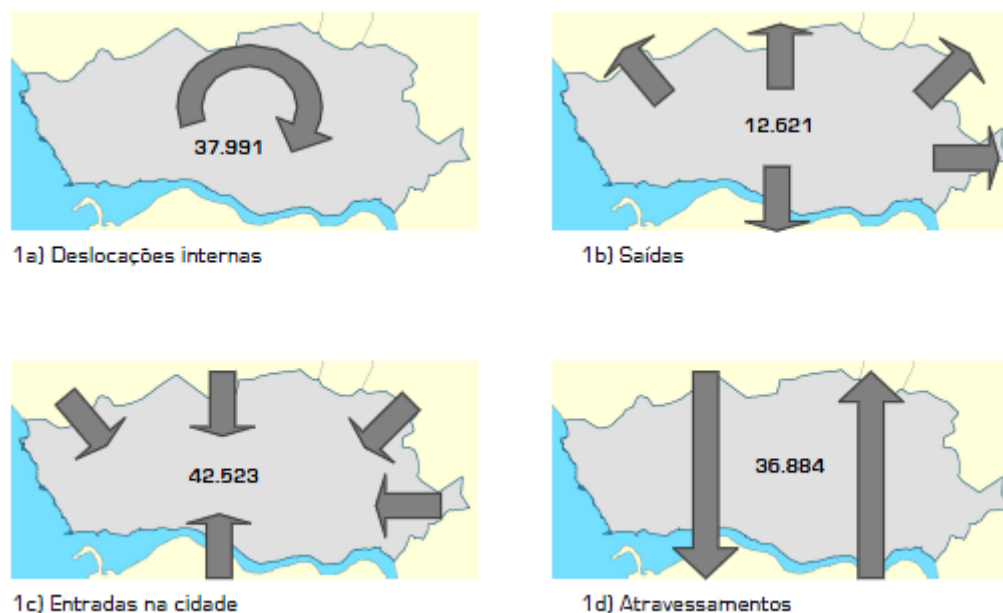
La primera fase constó de la expansión del resultado de las encuestas utilizando los valores de los contages, considerando factores ponderativos usuales en este tipo de trabajos. La segunda fase tuvo el propósito de estimar los viajes La/D no contabilizados en la matriz provisional por el hecho de que algunos puestos considerados sean meramente de cuenta o no contabilizables en los trabajos de campo, como los viajes entre zonas pertenecientes al mismo sector. Para el efecto, la TIS/RDT utilizó un modelo de tráfico propio (2006), que permitió de forma automática dotar la matriz de los valores que faltaban partiendo de los resultados de la matriz provisional y de los valores de los contages en los puestos donde no se realizaron encuestas, llegando entonces a la matriz final.

En el cuadro A1 adjunto, se presentan los resultados agregados de la matriz La/D que serán objeto de análisis en los puntos siguientes.

3. DESPLAZAMIENTOS ENTRE OPORTO Y LOS MUNICIPIOS VECINOS

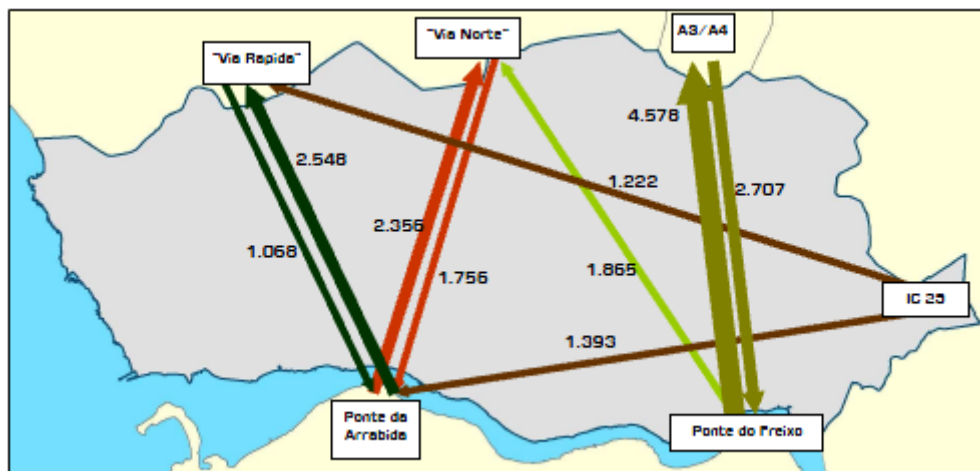
El análisis de la matriz La/D permite concluir que Oporto constituye un polo de atracción significativo de desplazamientos realizados en automóvil en el periodo de punta de la mañana (entre las 7h30 y las 9h30). De los cerca de 130.000 desplazamientos estimados para los días laborables en este periodo, la proporción de movimientos con destino a la ciudad y origen en otros municipios asciende a un 32,7 % (42.523 movimientos), una cuota muy superior al porcentaje de salidas, del orden de los 9,7 % (12.621). La matriz revela incluso que, en el mismo periodo, la proporción de desplazamientos internos y de “atravesamiento” es respectivamente de 29,2 % (37.991) y 28,4 %, o 36.884 movimientos (Figura 2 y Quadro A1).

Figura 2- Estimativa de los desplazamientos en Oporto, entre las 7h30 y las 9h30



El elevado desequilibrio entre entradas y salidas sugiere que el efecto de polarización ejercido por Oporto sobre los municipios vecinos en cuestión de empleo, y constatado a través del análisis de datos estadísticos producidos anteriormente, como la Encuesta de la Movilidad (2000) y el último censo (2001), se mantiene actual, dado que el periodo de observación corresponde al horario habitual de desplazamientos casa/trabajo. La fuerte concentración en Oporto de equipamientos sociales de nivel superior, como establecimientos hospitalarios y de enseñanza superior, contribuirá igualmente para este desequilibrio. Los datos disponibles revelan incluso que muchos de los movimientos son de atravesamiento de la ciudad, alcanzando un volumen total muy próximo, de hecho, de los correspondientes a los movimientos internos a la ciudad, o sea, a los desplazamientos con origen y destino Oporto. Así es particularmente evidente en el caso de las principales conexiones entre Oporto y los municipios vecinos, como los puentes de la Arrábida y del Fresno, el IC1 (“Vía Rápida”), la EN 13 (“Vía Norte”), el IC 29 y la conexión a las carreteras A3 y A4. Más de tres cuartos de los movimientos de salida a través de estas conexiones tuvieron origen en otros municipios distintos de Oporto. El modelo de afectación a desarrollar permite concluir que casi 90 % de estos movimientos de atravesamiento son efectuados a través de la Vía de Cintura Interna, confirmando las funciones distributivas de nivel esencialmente supra-municipal ejercidas por esta vía, en el periodo del día considerado (Figura 3 y Quadro A2).

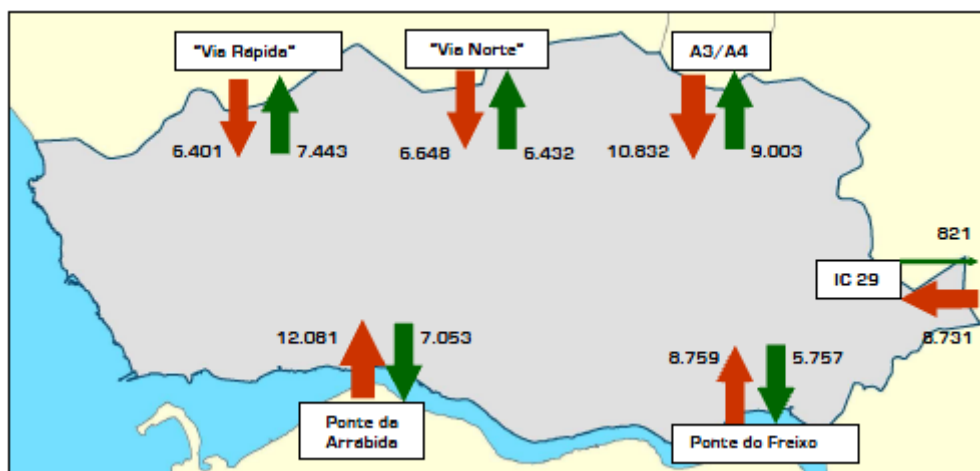
Figura 3- Principales movimientos de atravesamiento de la ciudad, entre las 7h30 y las 9h30



La matriz La/D no permite caracterizar con rigor la situación de los movimientos interurbanos, dado que no existe información referente a las localizaciones específicas del origen o destino de los desplazamientos, cuando se sitúan fuera de Oporto. Sin embargo, el análisis de los movimientos en las principales vías de acceso/salida de la ciudad permite constatar diversas situaciones.

En primer lugar, se verifica que en las tres principales conexiones al Norte de Oporto (“Vía Rápida”, “Vía Norte” y autopistas A3/A4), los movimientos de entrada en la ciudad (23.881 vehículos) superan ligeramente los de salida (22.878), conforme se ilustra en la figura 4. En el caso del IC1 (“Vía Rápida”) la situación se invierte, siendo más intensas las salidas que las entradas, lo mismo sucede en dos otras conexiones entre Oporto y Matosinhos, en particular Matosinhos II y Pedro Hispano (Cuadro A2). Relativamente a las restantes conexiones entre Oporto y los municipios situados al norte, aunque prevalezcan las entradas en la ciudad, la relación entre estas y las salidas se presenta, en la mayoría de los casos, menos desequilibrada del que las registradas en los accesos sur y oeste de la ciudad. En el caso concreto de la EN 13 (“Vía Norte”), una de las principales conexiones (Figura 4), esta relación se encuentra incluso muy próxima del equilibrio.

Figura 4- Movimientos en las principales entradas y salidas de la ciudad



En segundo lugar, las conexiones situadas en el límite entre los municipios de Oporto y de Gondomar son particularmente desequilibradas (Figura 4 y Quadro A2).

Finalmente, los datos relativos a los cruzamientos del Duero apuntan igualmente para un predominio de los desplazamientos en el sentido de la entrada en la ciudad, a pesar de menos pronunciadas en comparación con los registros referentes a Gondomar. Sin embargo, la diferencia entre los movimientos de entrada en la ciudad de Oporto y de salida alcanzó igualmente los 8.000 vehículos.

La elevada presencia de desplazamientos interurbanos, los desequilibrios entre entradas y salidas y su distribución geográfica sugieren que, transcurridos doce años después de la realización de la "Encuesta de Movilidad 2000", permanece actual una de las principales conclusiones extraídas del análisis entonces producido por la CMP2, según la cual no obstante, el efecto de polarización ejercido por Oporto, el área Metropolitana de Oporto está lejos de constituir una aglomeración unipolar, des del punto de vista de la fijación de actividades socio-económicas.

El "Boletín Informativo" citaba incluso que las relaciones pendulares interurbanas eran simultáneamente muy intensas y muy desequilibradas. En efecto, si los municipios de Oporto, Maia y Matosinhos presentaban una clara atraktividad en términos de empleo, Valongo y Gondomar se posicionaban en el extremo opuesto, siendo elevada la especialización de estos municipios en la función residencial y, consecuentemente, es considerable su grado de dependencia de cara a aquellas zonas, des del punto de vista del empleo. En cuanto a Vila Nueva de Gaia, igualmente un municipio de perfil predominantemente residencial, presentaba en comparación con Valongo y Gondomar un pequeño desequilibrio entre las funciones residencial y de empleo.

A pesar de las limitaciones ya nombradas, la actualidad del diagnóstico realizado en 2012 se relaciona con el hecho de permanecer muy significativa la atraktividad, en términos de empleo, del espacio situado en el Norte de Oporto (previsiblemente inducido por el

dinamismo de estos municipios aledaños), reduciéndose substancialmente en el sur del Duero y, sobre todo, en la zona oriental. Se desprende del análisis que en las matrices La/D, el fuerte predominio (registrado en 2009) de los desplazamientos entre municipios metropolitanos de cara al conjunto de los desplazamientos, todo indicaba que Vila Nova de Gaia y, principalmente, Gondomar continúan presentando un perfil predominantemente residencial, contrariamente a Matosinhos, Oporto y Maia (los datos disponibles no permiten identificar con claridad el posicionamiento de Valongo, en este contexto).

4. DESPLAZAMIENTO POR SECTOR

El análisis intraurbano de los desplazamientos con origen y/o destino de cada uno de los 9 “sectores” en que se repartió la ciudad (Figura 5) permite constatar que la elevada atraktividad de Oporto en este periodo del día es visible en casi todas las zonas de la ciudad.

La zona más occidental, correspondiente al sector G, constituye la única excepción, dado que los movimientos de salida superan (incluso que muy ligeramente) los desplazamientos con destino en este sector, hecho que indicará el predominio de la función residencial sobre las funciones económicas generadoras de empleo.

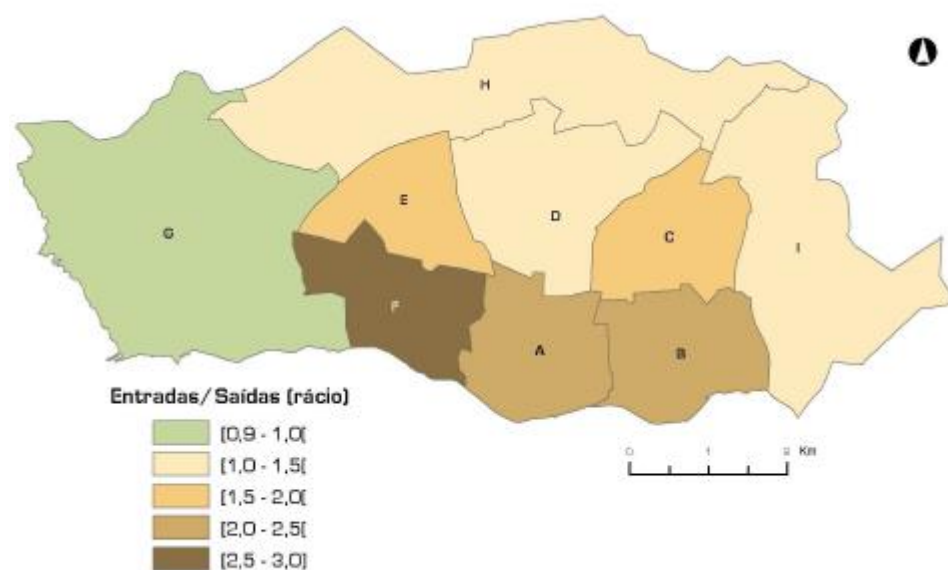


Figura 5- Relación entre los movimientos con destino (“entradas”) y los movimientos con origen (“salidas”) entre las 7h30 y las 9h30, por sector

En los demás sectores, la relación entre movimientos de “salida” y de “entrada” se presenta desigual, confirmando sin embargo la lectura de la ciudad des del punto de vista funcional que es posible extraer de documentos anteriores, destacando el Plan Director Municipal (2005).

En términos absolutos el sector A, correspondiente de un modo general a las zonas de la “Baja” y del Centro Histórico, constituye el mayor polo de atracción de movimientos, dado que

representa el destino de más de 14.000 desplazamientos, un valor correspondiente de más del doble de los movimientos que tienen origen allí (Figuras 6 e 7). El fuerte desequilibrio entre las “entradas” y “salidas”, a favor de las primeras, y el elevado número de desplazamientos constituyen aspectos previsibles, dada la significativa especialización de este territorio en las actividades económicas relacionadas con el comercio y los servicios, en comparación con la función residencial.

El mismo registro de desequilibrio a favor de las “entradas” es observable en los sectores vecinos F y B. Si los datos referentes al sector F son esperables debido a su perfil funcional (engloba, más allá del Polo del Campo Alegre, gran parte del entorno de la “rotonda de la Boavista”, otro importante polo de empleo de la ciudad), ya que los elementos relativos al sector B (correspondiendo esencialmente a las zonas de edificación más antigua de las parroquias de Bonfim y Campanhã) son tal vez más fácilmente explicables por el déficit de la función residencial, consecuencia del declínio poblacional de las últimas décadas, por una situación de elevada captación de actividades económicas o de servicios públicos. El número total de movimientos con origen y/o destino a este sector es inferior a 9.000, y de más de 21.000 en el sector A.

En el otro extremo, la “cintura exterior” constituida por los sectores I (“oriental”) y H (“norte”), más allá del ya nombrado sector “occidental” (G) presenta una baja atraktividad en términos relativos, consecuencia probable de su perfil predominantemente residencial, no obstante hay excepciones notables, que serán analizadas en detalle en el punto siguiente.

Los sectores centrales C, D y Y se sitúan entre estos dos extremos, hecho convergente con la mayor dotación relativa de funciones sociales y económicas en estos sectores, al corriente de una presencia aún significativa de la función residencial.

La Figura 8, relativa a la densidad de los flujos de cada sector (medida por la relación entre el total de flujos, tanto de origen como de destino, y la respectiva área), revela que este indicador alcanza su valor más elevado en el sector A (Centro histórico). Más allá de ser el sector que genera el mayor número global de flujos, el Centro histórico presenta una elevada densidad poblacional (Cuadro A3, en adjunto) y polariza un amplio conjunto de funciones no-residenciales, factores que contribuyen para aquel indicador.

Figura 6- Estimativa del número de desplazamientos con destino cada uno de los sectores ("entradas"), entre las 7h30 y las 9h30

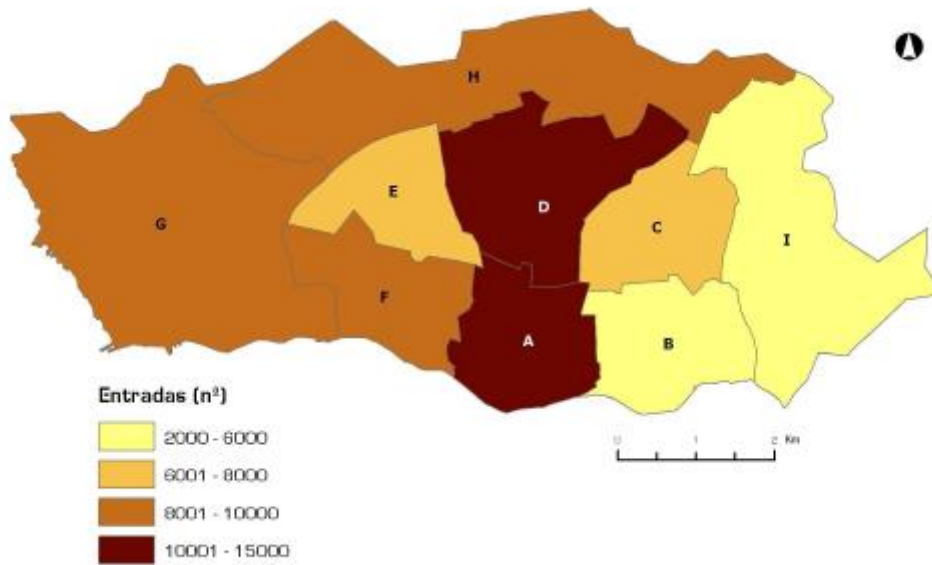


Figura 7- Estimativa del número de desplazamientos con origen en cada uno de los sectores ("salidas"), entre las 7h30 y las 9h30

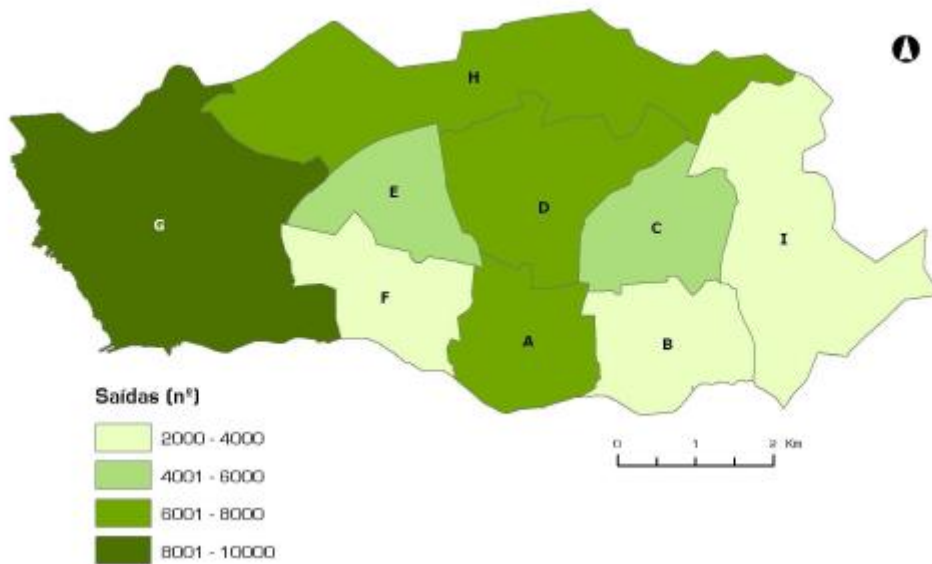
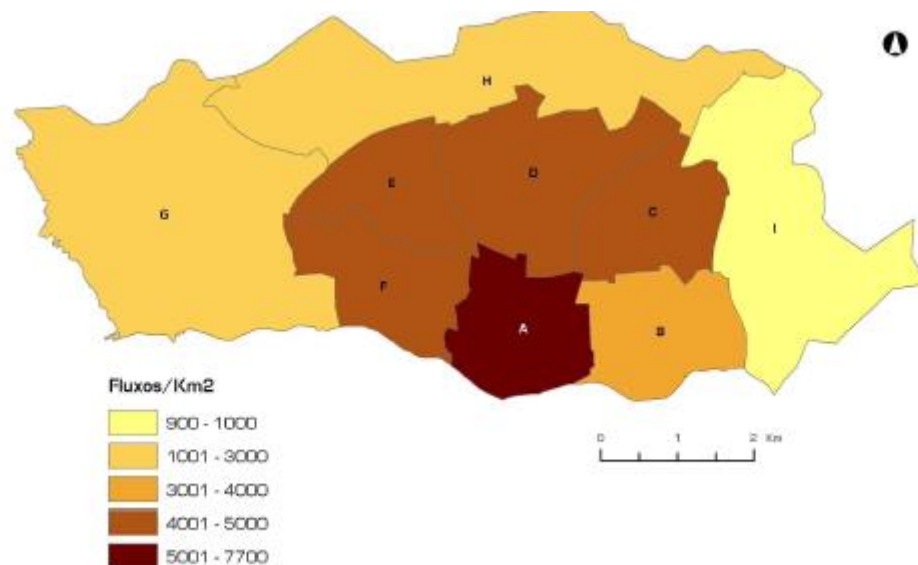


Figura 8- Densidad de flujos por Km2, entre las 7h30 y las 9h30



Los sectores C, D, Y y F, cuyas densidades de flujos por Km2 son significativas, presentan densidades poblacionales igualmente elevadas, más allá de un perfil de funciones diversificado (excepto en el sector D, más residencial).

Los sectores G, H e I presentan simultáneamente una atractividad global limitada (los respectivos quocientes entre el número de “entradas” y el número de “salidas” son los más reducidos de la ciudad) y densidades poblacionales igualmente inferiores a la media. La densidad de flujos en estos sectores se presenta reducida, sobre todo en el sector I (“zona oriental”).

El sector B, nombrado anteriormente, no presenta una atractividad significativa en términos absolutos (a pesar del fuerte desequilibrio entre “entradas” y “salidas”, a favor de las primeras) se encuentra en una situación intermedia, tanto del punto de vista de la densidad poblacional como de la densidad de flujos.

En resumidas cuentas, considerando únicamente 2 grandes áreas, la zona céntrica formada por los sectores A a F y la zona exterior, constituida por los sectores G, H e I que corresponden a grosso modo la delimitación de la ciudad por la VCI, merece la pena ressaltar lo siguiente:

a) La zona céntrica, cuya red viaria tiene una largura total de 328 Kms, acoge entre las 7h30 y las 9h30 más de 57.000 vehículos automóviles, correspondientes a los flujos de entrada y a los movimientos internos, lo que representa cerca de 174 vehículos por Km, mientras que la zona exterior (347 Kms de red viaria) acoge aproximadamente 23.000 vehículos, o sea, 67 vehículos por Km de red.

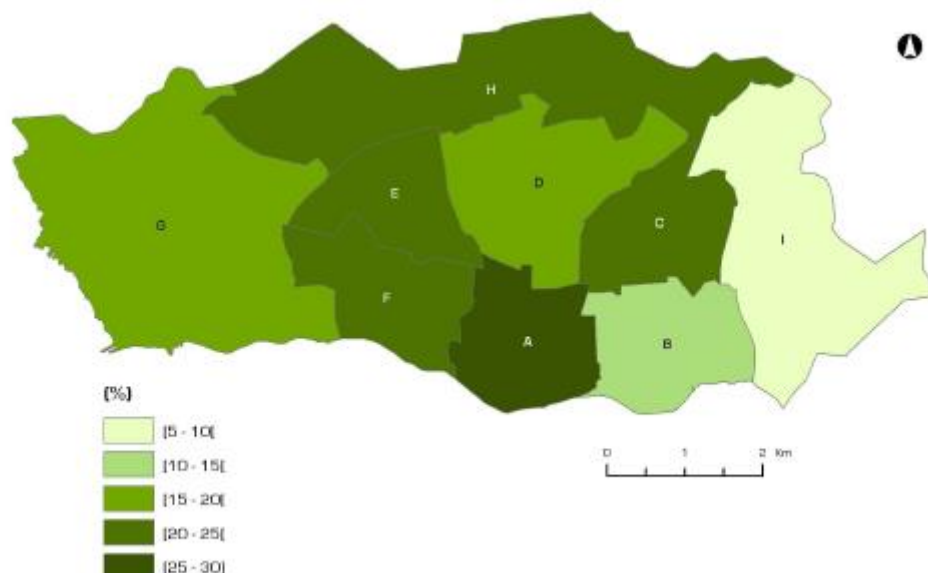
b) Estos valores dan bien cuenta de la presión de automóvil en la zona interna a la VCI, por el que no es de extrañar que la velocidad media de circulación en esta área sea, en este periodo del día, inferior a la registrada en la zona externa a la VCI4.

c) Por otro lado, este flujo exige igualmente una área total para aparcamiento automóvil muy significativa que se podrá estimar, solo en la zona céntrica, en cerca de 63 ha, si se pretendiera asegurar la totalidad de la busca generada por este conjunto de vehículos. En otra perspectiva, y dado que se trata de un periodo del día en que es elevada la proporción de desplazamientos casa/trabajo, la matriz La/D suministra algunas indicaciones relativamente a las características de estos flujos.

La proporción entre el número de movimientos de origen en cada sector (“salidas” en transporte individual para otros sectores y movimientos internos al sector) relativamente a la respectiva población residente (Figura 9) es particularmente elevada en los sectores que concentran funciones no-residenciales en mayor número (C, Y, F y sobre todo A), hecho que sugiere que en el periodo de referencia muchos de los desplazamientos con origen en estos sectores no son ya del tipo casa/trabajo.

La proporción de movimientos de origen relativamente a la población residente es más pequeña en D, G y, sobre todo, en I, sectores que presentan un perfil claramente residencial. El menor poder adquisitivo de los residentes en la zona oriental (sector I), con el consecuente recurso más intensivo del transporte público, podrá justificar la diferencia de cara a los restantes. Esta podrá constituir igualmente la causa del reducido valor correspondiente al sector B cuya población, más allá de envejecida, tiene igualmente un poder adquisitivo reducido.

Figura 9- Proporción de movimientos de partida (“salidas”) relativamente a la población residente, entre las 7h30 y las 9h30



5. DESPLAZAMIENTOS POR ZONAS

La desagregación de los 9 “sectores” en 87 zonas posibilita una visión más detallada de diversos fenómenos.

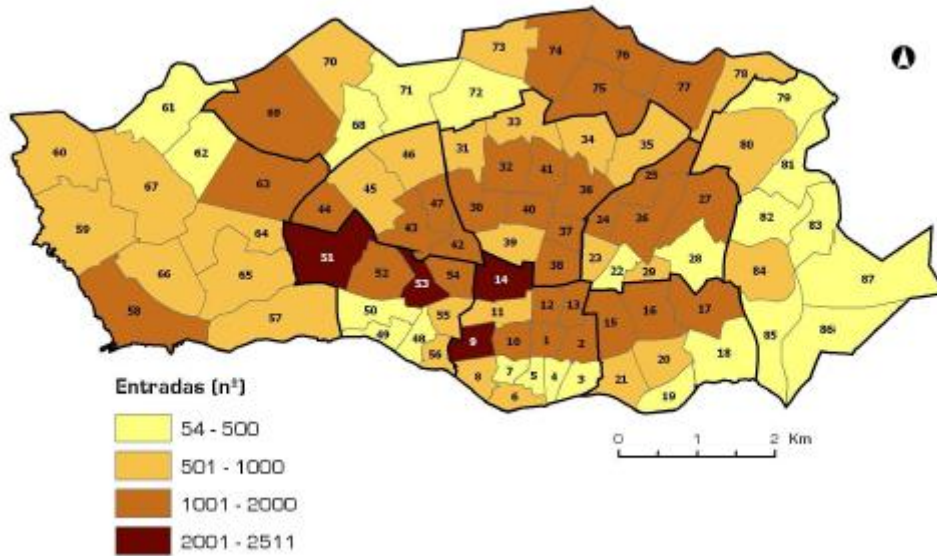
La comparación entre las Figuras 10, 11 y 12, presentando respectivamente los valores absolutos de los movimientos de destino (“entradas”), de origen (“salidas”) y el quociente entre el número de movimientos de “entrada” y de “salida”, permite identificar las áreas que son fuertemente atractivas tanto en términos absolutos como relativos.

En el entorno de la “rotonda” y parte de la Avenida de la Boavista, los datos revelan una elevada atraktividad absoluta y relativa en casi todas las zonas, en particular en las zonas 42 a 44 y 51 a 54, correspondientes al entorno a la “Rotonda de Boavista” y al sector más oriental de la Avenida de Boavista.

La observación en base al mismo grado de desagregación permite constatar la existencia de situaciones heterogéneas en el interior de diversos sectores, en particular en los de mayor dimensión. ES el caso del sector H (“norte”), cuyas zonas 74, 75 y 76, de mayor especialización funcional en dominios como la educación (Universidades) y la Salud (Hospital de São João e IPO), presentan una relación entre “entradas” y “salidas” favorable a las primeras, el incluso sucediendo con el área empresarial de Ramalde (zonas 69 y 70), de elevada concentración de actividades económicas. En las restantes zonas, por el contrario, el predominio de la función residencial se refleja en los quocientes inferiores a la unidad (Figura 12).

La situación correspondiente al sector G (“occidental”) se manifiesta igualmente heterogénea, presentando las zonas que envuelven la avenida de la Boavista (63, 64 y 67), donde hay una mayor concentración de puestos de trabajo y un quociente entradas/salidas superior a la unidad, en contraste con los valores relativos a las áreas dotadas de un perfil más residencial.

Figura 10: Estimativa del número de desplazamientos con destino cada una de las zonas (“entradas”)



Los datos disponibles permiten aún detectar diferencias desde el punto de vista cualitativo. La proporción de movimientos con origen fuera de la ciudad es muy variable, así como se podrá constatar de la observación de la Figura 13. Las zonas localizadas en los principales focos de empleo – Centro y Boavista – presentan índices de atractividad de este tipo de movimientos superior a la media, hecho coherente con el referido anteriormente relativamente a la elevada concentración de empleo en estas áreas. Se verifica incluso que la proporción de movimientos con origen fuera de Oporto es igualmente significativa en las zonas 74, 75 y 76, correspondientes al llamado “Polo de la Asprela”, en virtud de la elevada concentración de equipamientos de nivel superior.

Figura 11- Estimativa del número de desplazamientos con origen en cada una de las zonas (“salidas”),

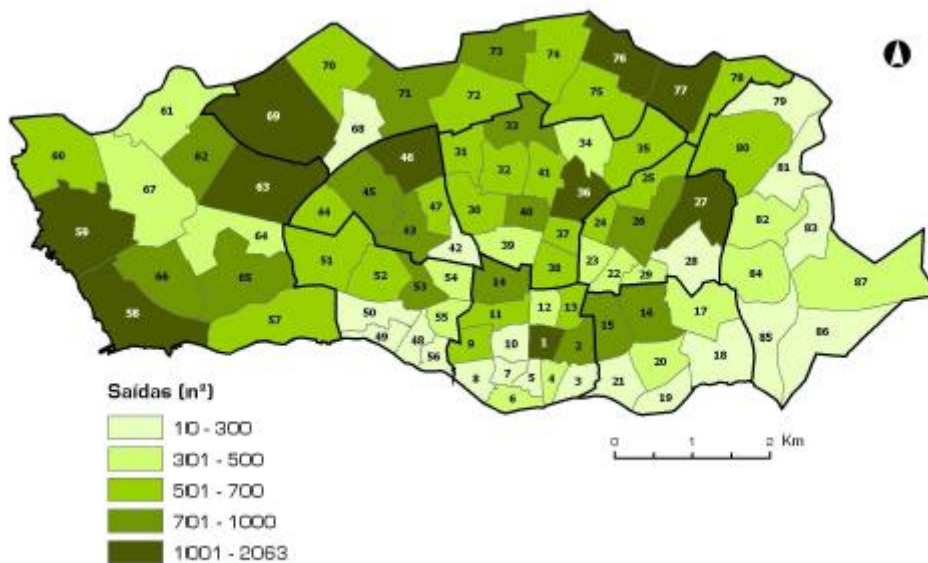


Figura 12- Relación entre las entradas y salidas por zona

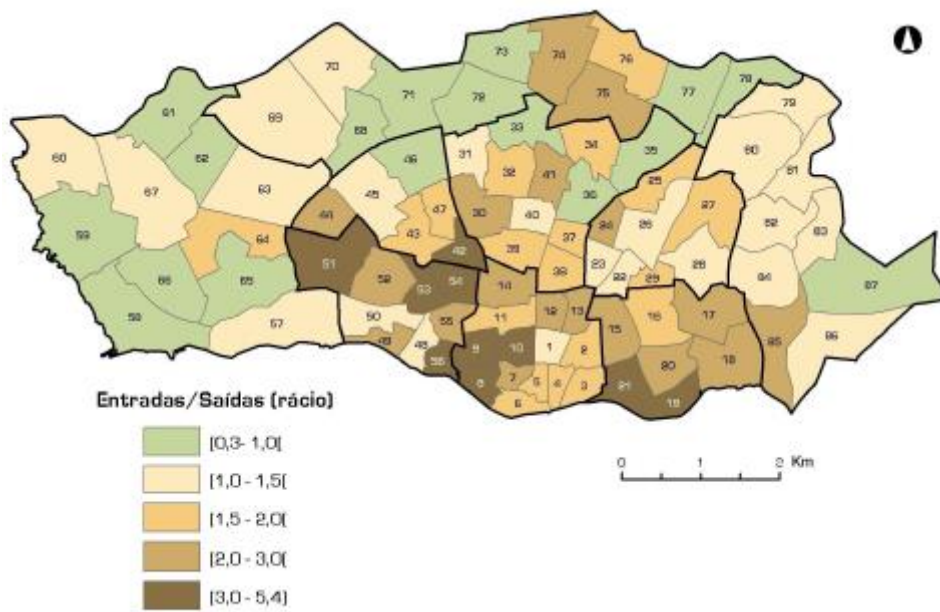
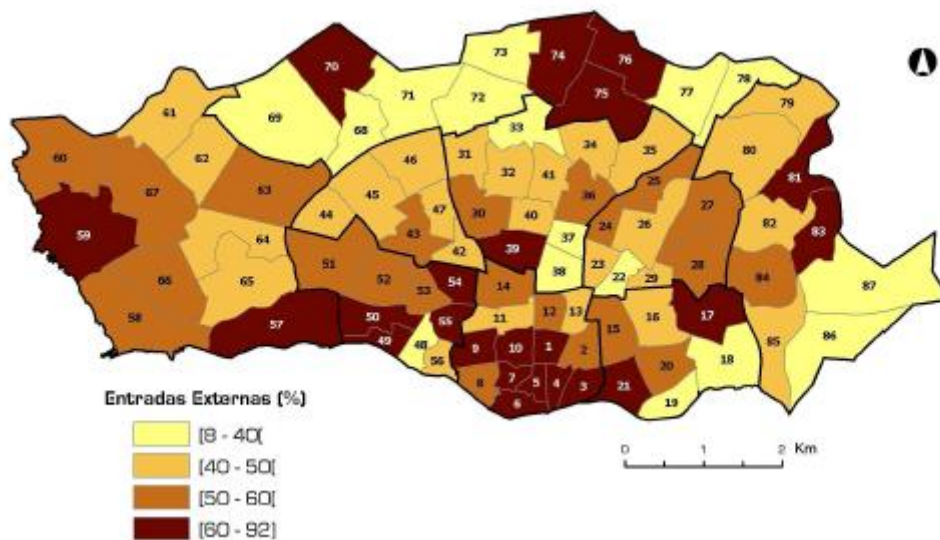
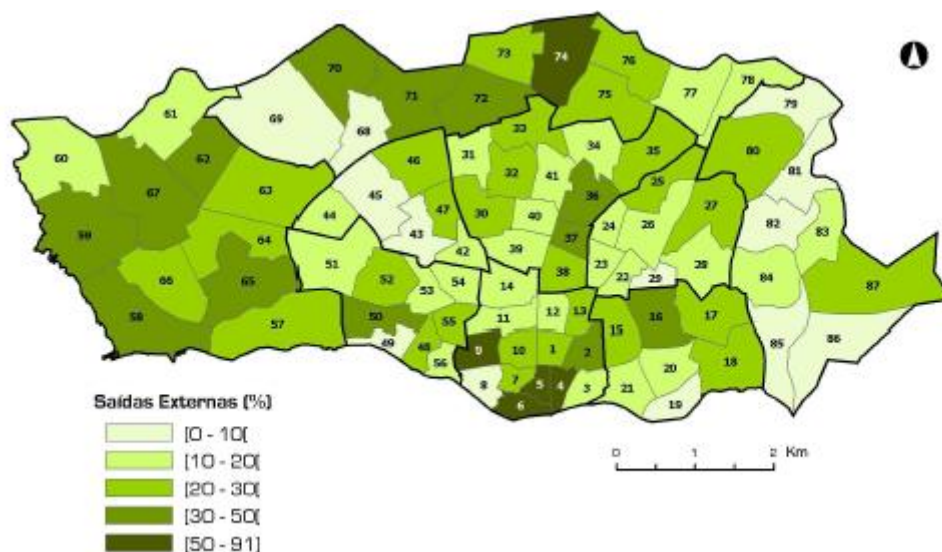


Figura 13- Proporción de los movimientos con origen fuera del municipio relativamente al total de "entradas" en cada zona



Relativamente a los movimientos de salida con destino fuera de Oporto (Figura 14), deberá ser destacada la mayor proporción de desplazamientos de este tipo con origen en la parte occidental de la ciudad, comparativamente al observado en el extremo oriental.

Figura 14- Proporción de los movimientos con destino fuera del municipio relativamente al total de “salidas” en cada zona



6. Conclusiones

Los datos de la matriz La/D permiten constatar, en rasgos generales, una cierta continuidad relativa a los análisis producidos anteriormente, teniendo en cuenta la Encuesta de Movilidad 2009.

En primer lugar, cabe destacar el elevado número de desplazamientos en transporte individual en la ciudad de Oporto, y que se traduce en un total de 93 mil viajes en automóvil registradas en el periodo de punta de la mañana y que tienen origen y/o destino Oporto.

Las entradas de automóviles a la ciudad rebasan los 42 mil vehículos, de los cuales 30 mil se dirigen para la zona urbana central, área delimitada por la VCI.

En este periodo de tiempo, el tráfico automóvil generado es superior a 2.200 vehículos por Km², con mayor intensidad en la zona céntrica, hecho revelador de la densidad de la circulación automóvil y de la presión de aparcamiento que este flujo acarrea. Se ha de tener presente el impacto en la circulación del tráfico de pasada. El análisis a una escala más fina permite concluir que determinadas zonas de la ciudad constituyen el destino de una elevada proporción de los movimientos. ES el caso, sobre todo, de la “Baja” y del centro histórico, del entorno a la “rotonda” y Avenida de la Boavista y del polo de la Asprela.

Dado que corresponden a un período de fuerte intensidad de desplazamientos entre casa y el lugar de trabajo, los elementos disponibles apuntan para el mantenimiento de una elevada concentración de empleo a nivel metropolitano, tanto más que gran parte de los usuarios con destino aquellas zonas que tienen origen en los exteriores de Oporto. Los datos revelan incluso que la atractividad de Oporto surge igualmente asociada a la elevada concentración de equipamientos de nivel superior.

Los elementos disponibles convergen aún con las conclusiones extraídas de documentos anteriores según las cuales se localizan, sobre todo en los municipios situados al Norte de Oporto, otros polos de empleo significativos a nivel metropolitano. Otros municipios presentan, por el contrario, un perfil predominantemente residencial.

Estos hechos serán en parte responsables por la elevada presencia de desplazamientos de atravesamiento de la ciudad, requiriendo un abordaje integrada de los problemas asociados a la movilidad de modo a articular, a una escala supra-local, los aspectos más directamente relacionados con el sistema de transportes y las problemáticas asociadas a la planificación urbana, a la vivienda y al empleo.

7. MATRICES DE DESPLAZAMIENTOS

Número de desplazamientos en la ciudad de Oporto en la hora crítica (punta de mañana)

Matriz OD (7h30-9h30)	Cidade	Exterior	Total
Cidade	37.991	12.621	50.612
Exterior	42.523	36.884	79.407
Total	80.514	49.505	130.019



Matriz OD (7h30-9h30)	Cidade	Exterior	Total
Cidade	29%	10%	39%
Exterior	33%	28%	61%
Total	62%	38%	100%

Número de desplazamientos en transporte individual por zonas

	Populaco	Area (Km2)	Densidade populacional	Fluxos de salida	Fluxos de entrada	Entradas/Salidas	Total de fluxos	Total de fluxos/area	% de salidas face a populaco residente	% SAIDAS Externas	% ENTRADAS externas	
A	Baixa-centro histrico	22.690	2,78	8.154	6.794	14.559	2.14	21.353	7.694	30,0	334	60,1
B	Borlim	18.747	2,86	6.562	2.670	5.948	2,23	8.618	3.016	14,2	250	59,1
C	Antas	20.628	2,66	7.755	4.640	7.977	1,72	12.617	4.743	22,5	180	51,1
D	Cadrela/Paranhos	40.873	4,24	9.644	7.796	11.403	1,46	19.199	4.530	19,1	246	46,1
E	Boavista-Nova	17.234	2,34	7.368	4.259	7.314	1,72	11.573	4.948	24,7	145	44,1
F	Massarelos	14.811	2,71	5.467	3.581	9.937	2,77	13.518	4.990	24,2	187	55,1
G	zona ocidental	57.525	9,59	6.000	9.914	9.839	0,99	19.753	2.090	17,2	322	54,1
H	Zona norte	38.852	7,52	5.164	7.388	9.665	1,31	17.053	2.448	20,8	267	59,1
I	Zona oriental	30.791	6,09	5.055	3.570	3.872	1,08	7.442	998	9,4	137	45,1

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Movimientos de entrada y salida de Oporto en transporte individual

	Porto do Infante	Porto Lusa (RNP)	Porto Arrábida	Mateosinhos Marginal	Marginal	Mateosinhos II	Pedro Hispano	Via Rápida	Sra. Hora Oeste	Sra. Hora Este	Av. Mariana Duménil	Pedrito	Via Norte	S. Mamede	A2/A4	EN 115	Rabordães	EN 15	IC29	EN 209	EN 100	Porto do Freixo	nº de entradas na cidade	% de abastecimento	nº de abastecimentos				
Porto do Infante	0	0	0	1	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.259	6,6	150			
Porto Lusa (RNP)	0	0	419	42	0	0	0	7	0	0	0	0	12	0	19	0	4	3	0	0	0	0	0	506	56,2	509			
Porto Arrábida	0	0	629	57	4	22	2.542	157	67	14	2.292	91	772	0	5	5	2	12	7	1	12.031	58,6	719						
Mateosinhos Marginal	0	512	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.259	18,1	269				
Marginal	0	31	115	0	0	0	0	27	0	0	13	28	0	32	5	5	0	5	0	5	0	0	0	1.732	18,2	389			
Mateosinhos II	0	0	14	1	0	0	0	7	0	0	13	0	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	157	36,3	57		
Pedro Hispano	0	0	30	0	0	0	0	23	0	0	34	0	19	0	27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	622	20,5	122		
Via Rápida	19	9	1.059	2	14	34	42	0	52	21	32	26	26	35	32	192	6	29	214	56	43	679	5.401	44,7	5.804				
Sra. Hora Oeste	0	0	659	0	7	0	0	119	0	0	9	0	69	0	142	1	52	3	0	0	0	0	0	0	1.654	64,0	1.065		
Sra. Hora Este	0	0	7	0	0	0	0	5	0	0	9	0	5	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	454	7,1	33		
Av. Mariana Duménil	0	0	37	0	4	37	1	21	64	21	0	26	22	30	29	1	24	42	23	7	52	47	0	1.031	71,5	797			
Pedrito	0	0	71	0	3	0	0	7	0	0	8	0	37	0	15	7	0	4	4	0	9	0	0	0	926	32,6	322		
Via Norte	31	3	1.756	9	22	36	12	25	73	22	35	26	0	27	21	92	5	22	14	62	43	799	6.649	47,3	9.159				
S. Mamede	0	0	17	0	32	0	1	10	0	0	18	0	7	0	11	0	3	0	1	0	0	0	0	0	3	1.202	7,9	103	
A2/A4	18	11	189	20	14	172	6	607	342	114	170	142	102	141	0	239	24	132	279	226	240	2.707	10.822	56,6	6.159				
EN 115	2	3	6	0	2	0	0	38	0	0	4	1	10	3	45	0	9	3	0	0	0	15	825	15,6	144				
Rabordães	18	9	9	1	11	9	2	5	5	2	6	0	0	0	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1.972	6,7	103		
EN 15	7	3	98	0	0	0	0	237	21	0	8	0	162	6	162	3	0	0	0	0	0	0	0	0	110	2,02	40,5	822	
IC29	2	14	1.260	0	0	0	0	1.222	26	0	11	0	424	104	81	22	423	23	0	0	0	0	0	0	0	54	0,73	22,6	542
EN 209	177	0	22	0	16	0	0	165	0	0	18	0	8	0	19	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	151	3,87	19,6	756
EN 100	0	0	44	0	0	0	0	112	0	0	19	0	14	0	19	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	499	3,14	28,0	879
Porto do Freixo	0	0	7	0	8	6	0	354	4	4	7	4	1.892	22	457	26	0	106	29	9	8	0	0	0	0	8.759	90,3	7.037	
nº de entradas na cidade	829	775	7.023	1.564	1.171	2.926	672	7.442	1.642	277	429	202	6.422	689	9.002	725	1.002	622	821	671	929	5.757							
% de abastecimento	42,3	78,5	78,9	68,4	17,0	90,2	13,8	77,2	49,4	90,6	87,0	49,1	90,9	50,5	83,8	79,1	90,7	82,6	69,2	64,6	49,3	8,75							
nº de abastecimentos	266	291	5.264	1.070	199	236	26	5.742	915	221	299	292	5.202	469	7.550	574	907	392	262	262	291	5.040							

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Matriz origen/destino de desplazamiento intraurbanos por sector en transporte individual

Matr. CD LINDORGA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Ex. Sur	Ex. Norte	Total
A	502	461	431	1.072	502	441	504	525	502	441	1.072	6.274
B	216	84	287	288	202	108	88	276	108	92	1.072	2.671
C	308	404	324	382	314	308	374	438	308	344	382	4.044
D	678	282	674	882	608	652	708	848	548	464	1.488	7.292
E	608	128	381	284	608	638	738	288	108	108	218	4.228
F	302	102	158	432	358	212	778	288	47	374	432	2.281
G	1.244	287	282	774	612	1.222	408	1.222	122	882	2.222	6.274
H	812	441	792	1.002	612	672	812	882	282	464	1.072	6.077
I	327	384	382	412	308	208	138	282	108	81	218	2.281
Ex. Sur	1.608	884	814	1.242	1.028	1.427	808	732	382	81	1.428	5.402
Ex. Norte	7.108	2.382	2.282	2.707	2.104	4.127	4.422	4.248	1.222	1.428	1.072	22.402
Total	14.238	5.244	7.227	11.422	722	9.227	9.222	12.224	2.122	14.222	22.222	120.222

Anejo 4

Tráfico

Índice

1. Introducción.....	3
2. Situación actual.....	3
2.1 Datos previos	
2.2 Localización de las estaciones de aforo	
2.3 Evolución de tráfico	
2.4 Análisis de las estaciones	
3. Prognosis de tráfico.....	14
4. Fuentes generadoras de tráfico.....	14
4.1 Actación urbanística Residencial Porto Nascente	
4.2 VIA CINTURA INTERNA (VCI)	
4.3 RUA DE CIRCUNVALAÇÃO	
5. Determinación de la categoría de tráfico pesado.....	16
6. Determinación del nivel de servicio.....	17
7. Intensidades de servicio.....	18
8. Comparación de niveles de servicio.....	22
9. Conclusión.....	22

1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como finalidad determinar la intensidad media diaria (I.M.D.) de vehículos más probable para la carretera N14, una vez se haya ejecutado la obra. Este dato nos proporciona una idea de los niveles de servicio que tendrá la vía en el tramo ampliado en los años posteriores al proyecto de acondicionamiento.

La sección transversal que presenta el tramo construido actualmente, está formada por dos calzadas con dos carriles por sentido, de 3,50 metros de anchura, dos arcenes exteriores de 2,50 metros de anchura y bermas de 1,00 metro. Una vez efectuada el proyecto de acondicionamiento, cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de la carretera existente, con actuaciones tendentes a mejorar los tiempos de recorrido y el nivel de servicio de la carretera, quedará una sección transversal que constará de tres carriles de 3,5m, arcenes exteriores de 2,50m, arcenes interiores de 1,50 m bermas de 1m y mediana de 4 m.

Al igual que en el tramo de la Vía Norte (N14), la carretera N12 está proyectada bajo la premisa de una futura ampliación de la calzada, de forma que a corto o medio plazo la sección quede establecida en doble calzada con calzadas de 14 metros (es decir 4 carriles de los cuales uno de ellos va destinado a vehículos de transporte público colectivo y a los servicios de emergencia uno de ellos para las incorporaciones de la carretera N14 en ambos sentidos, este y oeste, y dos de ellos de cada sentido destinados la circulación normal de vehículos), arcenes exteriores de 2,50 metros, arcenes interiores de 1,50 metro, bermas de 1,00 metro y mediana de 4,00 metros.

Por ello, tal y como se puede observar en el resto de documentos del presente proyecto, tanto las estructuras, como el drenaje, expropiaciones y otras obras se han previsto para la futura doble calzada ampliada.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Partiendo de la definición de la ampliación de la carretera a proyectar como una vía de doble calzada con tres carriles por sentido, en este punto del presente anejo se procede a justificar la capacidad del tramo de la carretera proyectada para atender las solicitudes de tráfico que puedan registrarse tanto en el momento de puesta en servicio, como para sucesivos años de funcionamiento, evaluando el nivel de servicio que esta presentará.

La prognosis de solicitud futura de tráfico se realizará a partir de los datos acumulados por los aforos de las estaciones cercanas a la carretera de proyecto, a los cuales se les aplicará una hipótesis de crecimiento en función de un escenario que se considere como previsible, estimado a partir del crecimiento experimentado en los cinco últimos años. Para la realización de dicha prognosis se ha hecho uso de los datos extraídos del anejo adjunto en este documento donde se incluye un estudio demográfico y un estudio de movilidad para ver los desplazamientos que se producen. La situación económica también es un factor a tener en cuenta para estimar crecimientos a lo largo del tiempo. Dada la situación económica actual, los crecimientos esperados llevan asociada una cierta incertidumbre. Cabe destacar que el proyectista de este proyecto ha tomado resultados conservadores para, así, evitar el sobredimensionamiento de las calzadas y el coste que ello supone a las arcas públicas.

2.1 DATOS PREVIOS

El objetivo del estudio de tráfico es obtener la categoría de tráfico pesado en el carril de proyecto en el momento de puesta en servicio de la ampliación, así como el nivel de servicio en la hora de proyecto del año horizonte.

Según se establece en la *Orden FOM/3460/2003*, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la *Norma 6.1-IC Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras*, en su apartado 3 de factores de dimensionamiento, se considera un periodo de servicio para el firme de 20 años, donde la estructura del firme será función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Para ello, se parte de los aforos de intensidades y proporción de vehículos pesados facilitados por la Camara Municipal de Oporto.

Se definen cinco categorías de tráfico pesado, en función de la IMDp en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio.

Categorías de tráfico pesado	IMDp
T00	IMDp > 4000
T0	4000 > IMDp > 2000
T1	2000 > IMDp > 800
T2	800 > IMDp > 200
T31	200 > IMDp > 100
T32	100 > IMDp > 50
T41	50 > IMDp > 25
T42	IMDp < 25

Dado que la sección transversal se ha fijado de antemano, únicamente se comprobará el nivel de servicio en el año horizonte (20 años desde la puesta en servicio).

Las dimensiones de los elementos constitutivos que forman la sección transversal están fijados en la tabla 7.1 de la Instrucción 3.1-I.C., según la cual, para una carretera de doble calzada con velocidad de proyecto de 100 km/h son:

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	3,5	2,5	0,75	1,5	C
		80	3,5	2,5	0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	3,5	1,5 - 2,5	0,75	1,5	D
		80	3,5	1,5 ***	0,75 **	1,5 **	D
		60	3,5	1,0 - 1,5 ***	0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	3,5	0,5	-	-	E
		40 IMD < 2000	3,0	0,5	-	-	E

- Carriles de 3,5 m
- Arcenes exteriores e interiores de 2.5 y 1.5 m respectivamente
- Bermas de 1,5 m

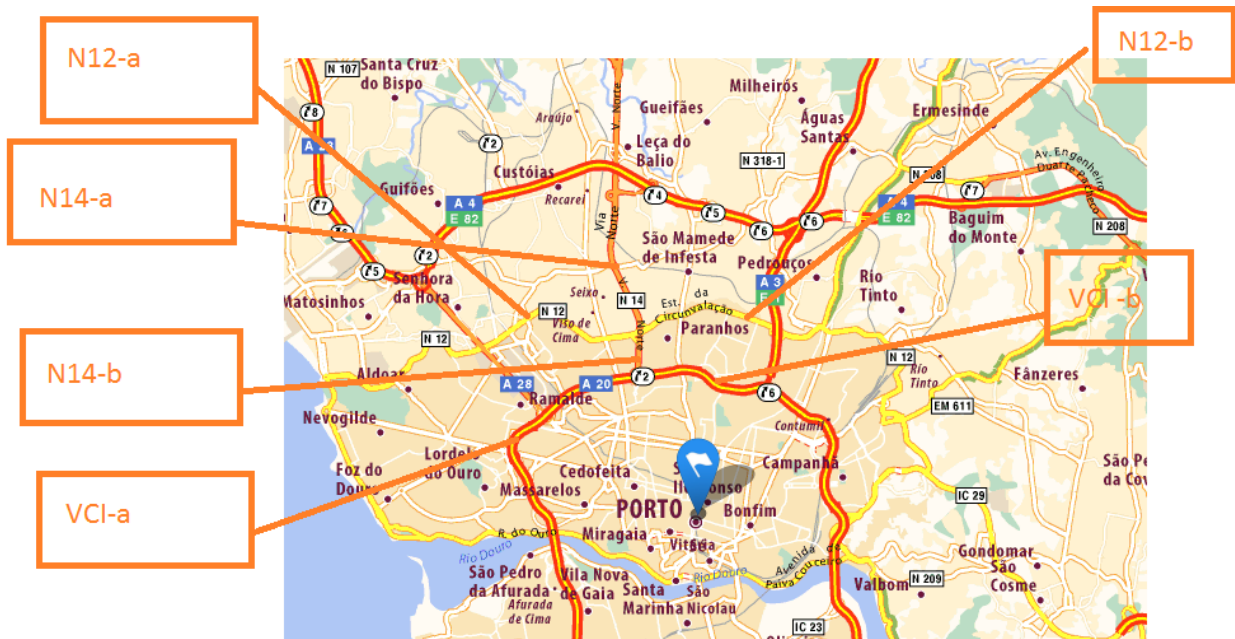
El nivel de servicio que fija la instrucción para el año horizonte es C.

Para la realización del estudio de tráfico se han utilizado como datos de partida los recogidos en las estaciones de aforo de la Camara Municipal de Oporto, situadas en el entorno del proyecto y los resultados obtenidos en el *Estudio de la Red de Transporte Público Urbano de Porto*.

2.2 LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DE AFORO

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Se han recogido datos de las intensidades medias diarias de las carreteras dentro de la influencia de la carretera a ampliar en este proyecto, es decir, de aquellas carreteras que se consideren generadoras de tráfico en la carretera en cuestión.



En la tabla siguiente se indica el tipo de estación así como su ubicación, que también queda reflejada en la imagen precedente.

ESTACIÓN	TIPO	CARRETERA	P.K.
N12-a	Primaria	N12	9,7
N12-b	Permanente	N12	11,5
N14-a	Primaria	N14	3.8
N14-b	Primaria	N14	0.8
VCI-a	Permanente	A20	22,1
VCI-b	Primaria	A20	30,5

2.3 EVOLUCIÓN DE TRÁFICO

Para caracterizar el tráfico de las estaciones de aforo consideradas en la zona se han recogido los datos de IMD desde el año 2007.

ESTACIÓN	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	% Pesados 2013
N12-a	37864	38012	38279	39078	38024	37985	38862	13
N12-b	40092	40012	41896	40875	41985	40780	39012	13
N14-a	28765	30081	31087	31987	33025	35012	34892	14

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

N14-b	31092	31897	31889	32678	33325	33608	34880	14
VCI-a	44583	44152	43251	44298	44789	42652	43289	14
VCI-b	36895	37825	41029	40125	42365	42150	42561	14

Los datos de la variación anual e interanual del crecimiento en cada una de las estaciones son:

ESTACIÓN	%VAR 07/08	%VAR 08/09	%VAR 09/10	%VAR 10/11	%VAR 11/12	%VAR 12/13	%VAR 07/13
N12-a	0.3%	0.7%	2%	-2.7%	-0.2%	2.3%	2.6%
N12-b	0.1%	4.7%	-2.5%	2.7%	-2.8%	-2.7%	-2.7%
N14-a	4.5%	3.34%	2.8%	3.2%	6%	-0.4%	21%
N14-b	2.5%	0%	2.4%	2%	0.8%	3.7%	12.2%
VCI-a	-0.3%	-2.1%	2.4%	1.1%	-4.8%	1.4%	-3%
VCI-b	2.5%	8.4%	-3%	5%	-0.6%	0.9%	15.3%

Como puede verse en la tabla anterior, con respecto al crecimiento del tráfico en los últimos años, las carreteras del entorno de la N14 se pueden dividir en dos grupos, unos que han soportado un incremento muy considerable como consecuencia del importante crecimiento de los desplazamientos de atravesamiento por la Cintura Interna, debido sobre todo a la tendencia de la población a desplazarse a los exteriores del núcleo urbano de Oporto por el alto precio de los inmuebles en éste, y otro grupo de carreteras con un crecimiento muy pequeño o incluso negativo, ya que parte del tráfico tiende a usar la Vía Norte (N14) desde sus incorporaciones en la N12 y desde la Cintura Interna.

2.4 ANÁLISIS DE LAS ESTACIONES

A partir de los datos facilitados por la Camara Municipal de Oporto con base a sus registros de aforos correspondientes al año 2013 para las estaciones consideradas, se han extraído los datos de IMD y los porcentajes de pesados, y se va a determinar la distribución del tráfico a lo largo del día medio, tanto en laborable como en festivo.

Para poder caracterizar las singularidades estacionales del tráfico en el entorno de la actuación se han utilizado los datos disponibles de la estación N14-a, situada en la carretera N14.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

En las tablas y gráficos siguientes se presentan las variaciones de tráfico registradas en la estación seleccionada, por tramo horario, tipo de vehículo y de día referentes a la carretera N14:

Distribución horaria en día laborable			
Tramo	Nº de Vehículos		
	Total	Ligeros	Pesados
0:00:00	348	330	18
1:00:00	369	353	16
2:00:00	347	332	15
3:00:00	375	560	15
4:00:00	358	693	65
5:00:00	1253	1128	125
6:00:00	2543	2254	289
7:00:00	3209	2811	398
8:00:00	3308	2920	388
9:00:00	3046	2684	362
10:00:00	1517	1201	316
11:00:00	1573	1287	286
12:00:00	1582	1314	268
13:00:00	2137	1847	290
14:00:00	2740	2448	292
15:00:00	2123	1813	310
16:00:00	1573	1283	290
17:00:00	1555	1310	245
18:00:00	2092	1832	260
19:00:00	2526	2286	240
20:00:00	1495	1315	180
21:00:00	1334	1259	75
22:00:00	719	661	58
23:00:00	503	455	48

Esta tabla sirve para corroborar los resultados obtenidos en el estudio de movilidad, en el que se demuestra la demanda del tramo de la N14. Se puede observar que la hora crítica es entre las 7 y las 9:30 con un volumen de 1.100 vehículos-carril/hora y a las 14:00 con 900 vehículos-carril /h

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

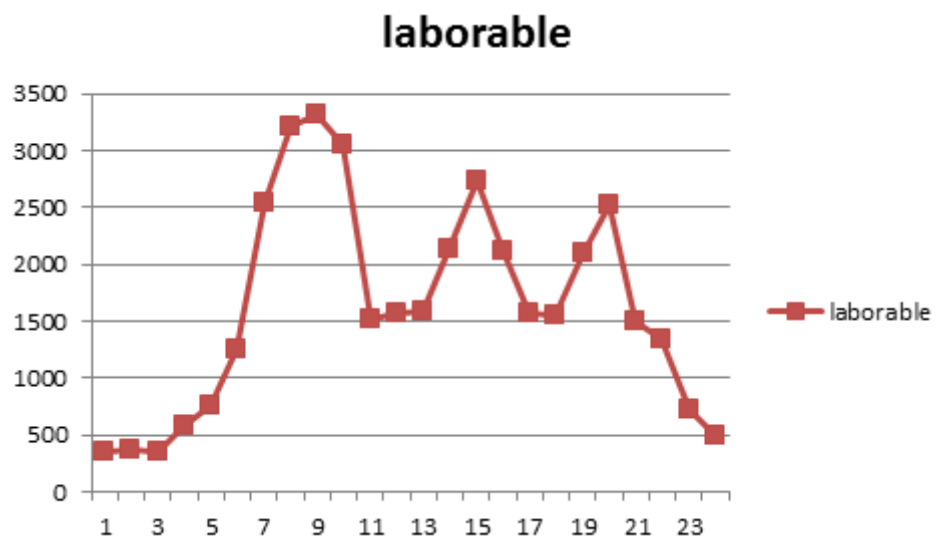
También se puede observar que el porcentaje de vehículos pesados con respecto del porcentaje de ligeros se mantiene constante a lo largo del día, disminuyendo notablemente de madrugada.

IMD laborable 38825 veh/día

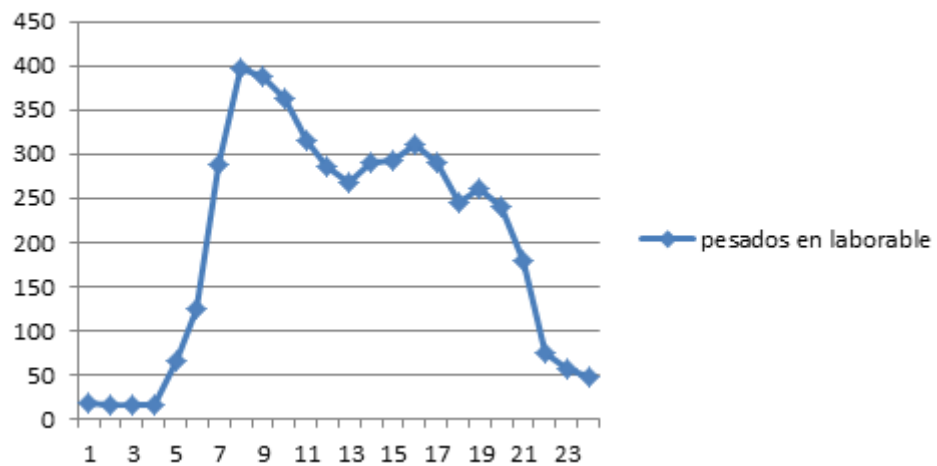
Porcentaje de vehículos pesados 13%

IMDpesados 5047 vehículos pesados al día lo que corresponde a una categoría T0, luego las características del firme serán de las más restrictivas.

El porcentaje de vehículos que pasa entre las 7 y las 9:30 de la mañana representa más del 23% de la intensidad media diaria



pesados en laborable



Distribución horaria en sábado			
Tramo	Nº de Vehículos		
	Total	Ligeros	Pesados
0:00:00	415	403	12
1:00:00	424	413	11
2:00:00	393	384	9
3:00:00	316	307	9
4:00:00	367	356	11
5:00:00	350	337	13
6:00:00	387	372	15
7:00:00	402	381	21
8:00:00	487	439	48
9:00:00	527	475	52
10:00:00	583	535	48
11:00:00	405	349	56
12:00:00	447	369	78
13:00:00	436	362	74
14:00:00	617	545	72
15:00:00	631	563	68
16:00:00	588	521	67
17:00:00	673	631	42
18:00:00	831	803	28
19:00:00	849	823	26
20:00:00	812	788	24

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

21:00:00	785	766	19
22:00:00	475	457	18
23:00:00	438	423	15

Se puede observar que la hora punta de los sábados es entre las 18:00 y las 21:00 h. con un volumen de 320 vehículos-carril/hora

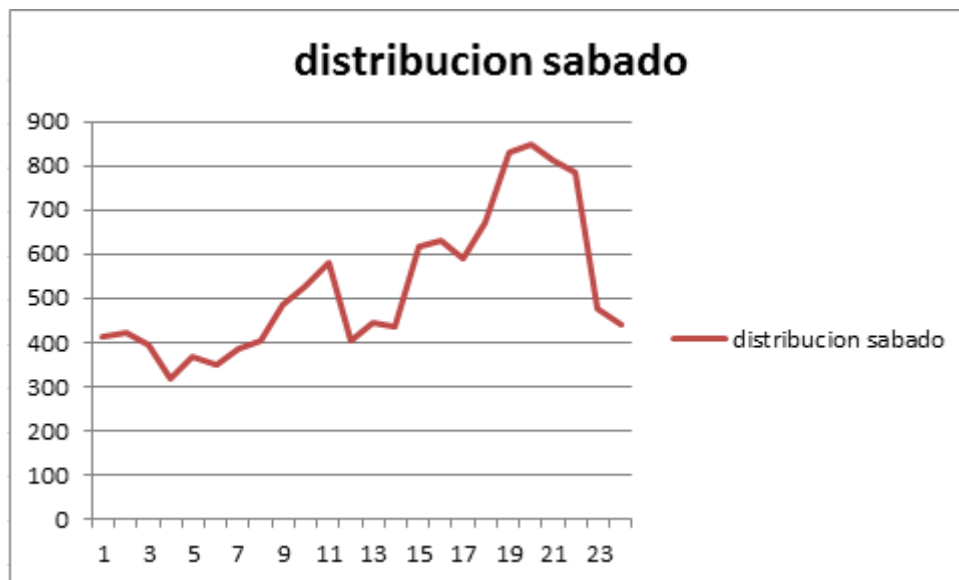
También se puede observar que el porcentaje de vehículos pesados con respecto del porcentaje de ligeros se mantiene constante a lo largo del día, disminuyendo notablemente de madrugada.

IMD sábado 12638 veh/día

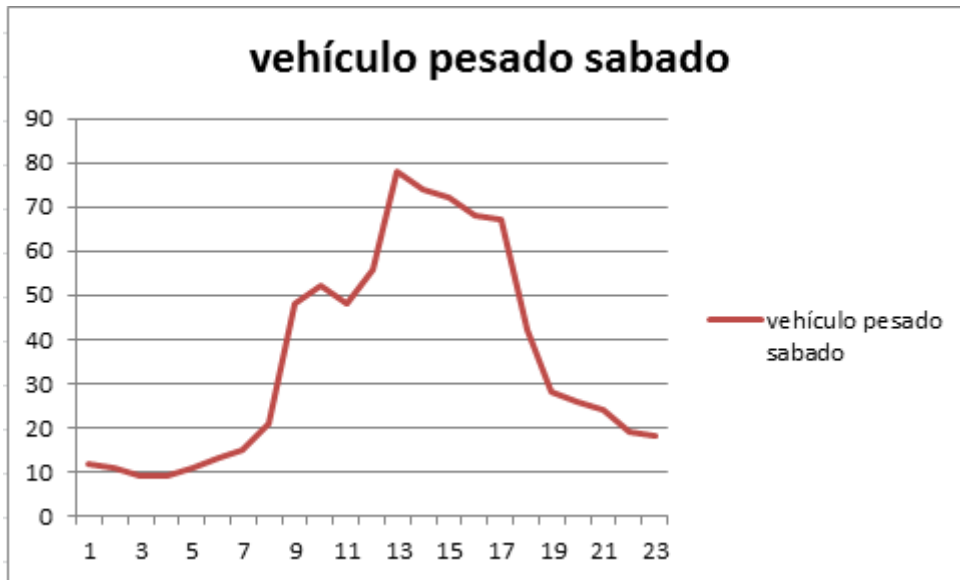
Porcentaje de vehículos pesados 6.7%

IMDpesados 836 vehículos pesados en sábados. Se observa una disminución notable con respecto los días laborables.

El porcentaje de vehículos que pasa entre las 18:00 y las 20:00 representa más del 20% de la intensidad media diaria de los sábados.



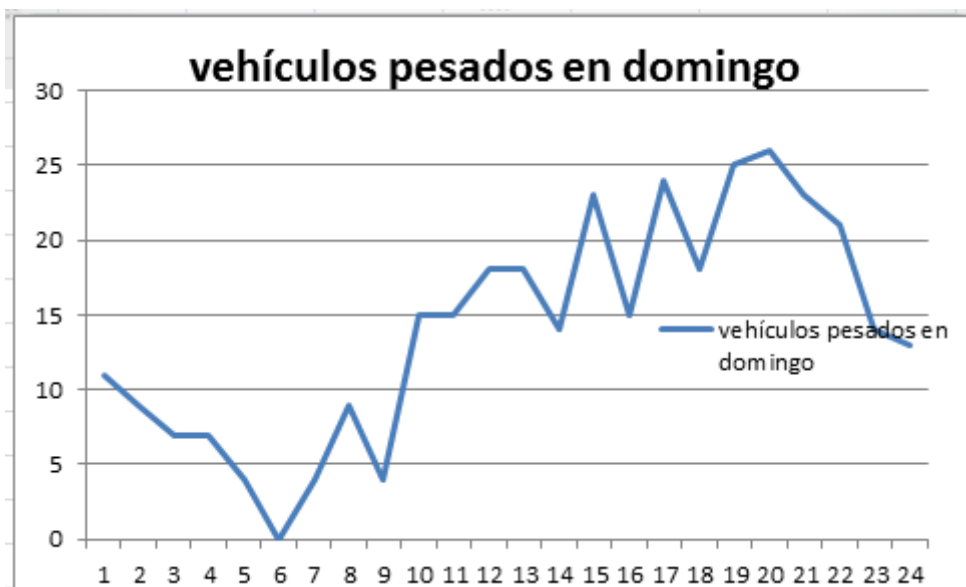
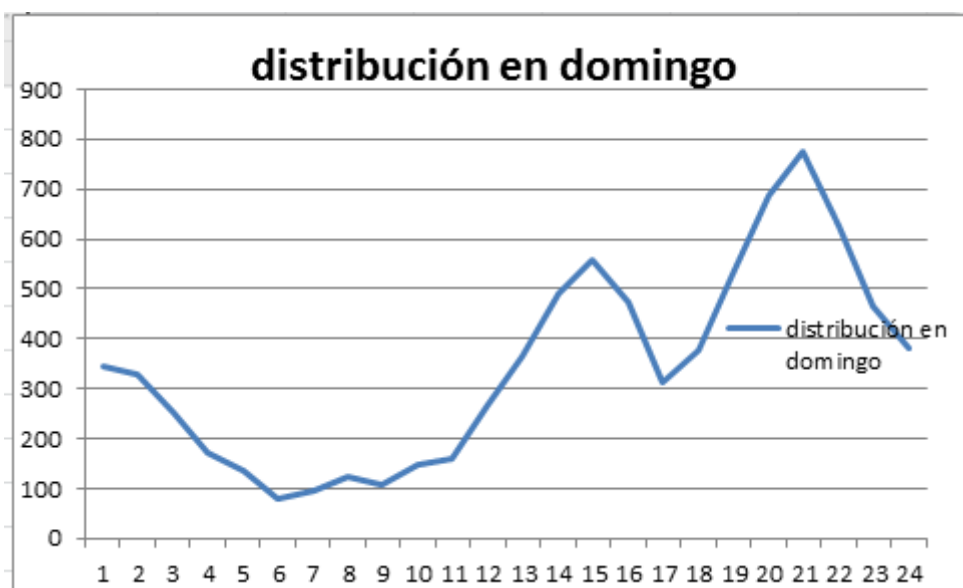
Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto



Distribución horaria en domingo			
Tramo	Nº de Vehículos		
	Total	Ligeros	Pesados
0:00:00	343	332	11
1:00:00	330	321	9
2:00:00	252	245	7
3:00:00	172	165	7
4:00:00	135	131	4
5:00:00	79	79	0
6:00:00	97	93	4
7:00:00	125	116	9
8:00:00	109	105	4
9:00:00	149	134	15
10:00:00	159	144	15
11:00:00	270	252	18
12:00:00	365	347	18
13:00:00	491	477	14

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

14:00:00	558	535	23
15:00:00	472	457	15
16:00:00	311	287	24
17:00:00	377	359	18
18:00:00	528	503	25
19:00:00	687	661	26
20:00:00	775	752	23
21:00:00	628	607	21
22:00:00	464	450	14
23:00:00	381	368	13



La hora crítica del domingo es a las 20:00 con algo menos de 800 vehículos-carril /h.

Para las determinaciones futuras, se adopta como valor del porcentaje de vehículos pesados el 14%, promedio del existente en las estaciones estudiadas, en al año 2013, que oscila entre el 13

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

para la estación N14-a y el 14% de la N14-b.

Del análisis de la distribución horaria del tráfico se deduce que el volumen en hora punta corresponde con un valor aproximado del **12,2% de la IMD**.

A partir de los datos de IMD aforados en 2013 en las estaciones seleccionadas y considerando un reparto del 50% para cada sentido de circulación, se han determinado los valores del tráfico en el día medio por sentidos de circulación en el entorno, tal y como se refleja en el gráfico que se adjunta a continuación.

3. PROGNOSIS DE TRÁFICO

Se adopta como suposición que el año de puesta en servicio será 2015. Además se toma como hipótesis de crecimiento, en función de los datos socioeconómicos, la hipótesis alta de las establecidas por la Dirección General de Carreteras en sus *“Recomendaciones para la Evaluación Económica Coste-Beneficio de Estudios y Proyectos de Carreteras”*. Según estas recomendaciones, las evoluciones previstas son:

PERIOD	TASA ANUAL								
	HIPÓTESIS ALTA			HIPÓTESIS MEDIA			HIPÓTESIS BAJA		
	L	P	TOTAL	L	P	TOTAL	L	P	TOTAL
2000-	3,04%	1,92%	4,05%	3,22%	1,80%	3,30%	2,60%	1,68%	2,60%
2005-	1,00%	0,65%	2,10%	1,20%	0,56%	1,90%	1,66%	0,70%	1,70%
2014-	0,50%	0,20%	0,90%	0,50%	0,00%	0,80%	0,57%	0,20%	0,60%

Aplicando el crecimiento previsto en la tabla anterior para la hipótesis alta en el tramo 2014-2037 y a las intensidades obtenidas en el año 2013, obtenemos la prognosis del tráfico para el año 2015 mediante la expresión:

$$IMD_{2015} = IMD_{2013} * (1 + 0,021)^2$$

A continuación se adjunta un gráfico donde figura la prognosis de tráfico para el año 2015

4. FUENTES GENERADORAS DE TRÁFICO

4.1 ACTUACIÓN URBANÍSTICA RESIDENCIAL PORTO NASCENTE

Recientemente se ha realizado en el municipio de Matosinhos un importante desarrollo urbanístico denominado Residencial Porto Nascente, que cuenta con un total de 11.200 viviendas, lo que supone unos 30.800 nuevos habitantes, es decir, un incremento del 38% de la población de la zona. Este aumento de población supone también un importante aumento del tráfico, por lo que se realizó un

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

estudio para la reestructuración del transporte público urbano de Porto, del que se adjunta un extracto donde se estiman los viajes generados por esta actuación.

De dicho estudio se obtuvieron los siguientes tráficos en medios mecanizados:

Relación	Transporte privado	Transporte público	Total
Matosinhos-n12a	1.619	405	2.024
Porto n12a	11.127	4.769	15.896
Matosinhos n12-b	14.544	16.160	30.704+(otros:1.616)
Porto n12 b	6.209	3.344	9.552

Del análisis anterior, el tráfico que revertirá sobre el tramo de la carretera N14, objeto de este estudio, será el correspondiente al transporte privado entre Matosinhos y Porto por la N12 y viceversa. El transporte público no se tendrá en cuenta, ya que dada la ubicación de la urbanización y el carácter centralizado de los viajes, el recorrido lógico de los transportes públicos pasa por el casco urbano ya consolidado de Porto y no por la Circunvalação (o N12)

Considerando una ocupación media de 1,8 personas por vehículo obtenemos un número de vehículos de:

- Porto-Matosinhos8.080 veh/día
- Matosinhos-Porto.....3.450 veh/día
- Total11.530 vehículos/día

4.2 VIA CINTURA INTERNA (VCI)

La cintura interna, con una longitud de 30.7 kilómetros, tiene su origen en la A20. Discurre por los términos municipales de Porto, Matosinhos y Vila Nova de Gaia.

Esta vía permite una separación del tráfico de largo recorrido (procedente del sur) del tráfico con origen o destino en las poblaciones aledañas a Porto.

La Cintura interna mejora la distribución de los tráficos de entrada-salida de Porto, de manera que se descarga en un 25% el tráfico en el tramo de la A-3 entre la N12 y la N14.

4.3 RUA DE CIRCUNVALAÇÃO

La futura ampliación de la sección transversal de la rua de circunvalação permitirá descargar más la VCI.

En la prognosis de proyecto constructivo de esta carretera se obtuvo una IMD de 4.966 vehículos al sur del punto de conexión y de 16.874 vehículos al norte, lo que demuestra la capacidad de descarga

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

de la N12 hacia la N14.

Si dividimos la carretera en dos tramos, el primero desde su punto de inicio hasta la altura de la A3 y el segundo entre este punto y la intersección con la N12, obtenemos:

Tramo A: 12680 vehículos/día/carril

Vehículos pesados: $12680 \cdot 0.14 = 1.775$ vehículos/día/carril

Vehículos pesados en el año 2015: $1.775 \cdot (1+0,021)^2 = 1.850$ vehículos/día/carril

IMD en el año 2015: $12680 \cdot (1+0,021)^2 = 13218$ vehículos/día/carril

Tramo B: 11950 vehículos/día/carril

Vehículos pesados: $11950 \cdot 0.14 = 1673$ vehículos/día/carril

Vehículos pesados en el año 2015: $1673 \cdot (1+0,021)^2 = 1.744$ vehículos/día/carril

IMD en el año 2015: $11950 \cdot (1+0,021)^2 = 12457$ vehículos/día/carril

Aplicando lo expuesto anteriormente se obtienen las siguientes intensidades de tráfico por carril y día

Tramo	IMD ₂₀₁₅
N14-a	13218
N14-b	12457

5. DETERMINACIÓN DE LA CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

Este apartado tiene por objetivo proporcionar de los datos necesarios, respecto al tráfico, para poder abordar la elección de sección de firme adecuada del tramo ampliado de la N14 portuguesa en el anejo correspondiente de *Firmes* y Pavimentos

Tal y como se ha comentado en el apartado 2.2. *Datos previos*, la determinación de la categoría del tráfico pesado se realiza según lo establecido en la *Orden FOM/3460/2003*, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la *Norma 6.1-IC Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras*, que en su apartado 4 de categorías de tráfico pesado, fija que la estructura del firme será función de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMD_p) que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio.

Teniendo en cuenta que la vía será una carretera de doble calzada, separada por mediana y tres carriles por sentido de circulación, se considera que incide el 85% de los vehículos pesados que circulan por la calzada en los carriles exteriores de cada sentido.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Con los valores de IMD para el año de prognosis 2015, el porcentaje de vehículos pesados obtenido anteriormente (14%), y suponiendo un reparto por sentidos aproximadamente igual al existente en la actualidad (50% para cada uno), determinamos la IMDp en el 2015:

TRAMO	IMDp201	IMDp2015 / sentido	IMDp/carril ext de cada sentido
N14 A	3700	1850	1573
N14 B	3488	1744	1482

La Instrucción de firmes define ocho categorías de tráfico pesado, en función de la IMDp en el carril de proyecto y en el año de puesta en servicio.

Categorías de tráfico pesado	IMDp
T00	IMDp > 4000
T0	4000 > IMDp > 2000
T1	2000 > IMDp > 800
T2	800 > IMDp > 200
T31	200 > IMDp > 100
T32	100 > IMDp > 50
T41	50 > IMDp > 25
T42	IMDp < 25

A la vista de los resultados obtenidos y de las ocho categorías de firmes definidas por la nueva *Instrucción de firmes*, se categoriza el tráfico pesado como T1 en los dos tramos considerados.

Dada la incertidumbre en los cálculos del tráfico inducido y generado que se puede producir debido al nuevo acondicionamiento de la vía, y tal y como recomienda la instrucción para categorías de tráfico al límite, con posibilidad de ser sometidas a grandes cargas (producidos por vehículos muy pesados, el proyectista considerará para el dimensionamiento del firme en todo el trazado una categoría de tráfico de vehículos pesados T0.

6. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO

Teniendo en cuenta que en el apartado anterior hemos considerado como año de puesta en servicio finales del 2013, el año horizonte queda fijado a finales del 2033.

Las dimensiones de los elementos constitutivos que forman la sección transversal de la futura vía son:

	Carretera de tres carriles por sentido
Ancho de carril	3,5 m
Ancho de arcén	2,5 m
Berma	1 m

El nivel de servicio que fija esta instrucción para el año horizonte es C.

Para la determinación del nivel de servicio se aplica lo establecido en el *Manual de Capacidad de Carreteras*, para carreteras multicarril.

Los terrenos por los que discurre la carretera se catalogan con los siguientes criterios:

- Terreno llano: Toda combinación de alineaciones horizontales y verticales que permitan a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, esto generalmente incluye inclinaciones cortas de no más del 1 ó 2 por ciento.
- Terreno ondulado: Toda combinación de alineaciones horizontales y verticales que obliguen a los vehículos pesados a reducir sus velocidades sustancialmente por debajo de la de los vehículos ligeros, pero sin obligar a los vehículos pesados a operar en su velocidad sostenida en rampa durante períodos significativos de tiempo o a intervalos frecuentes.
- Terreno montañoso: Toda combinación de alineaciones horizontales y verticales que obliguen a los vehículos pesados a operar a su velocidad sostenida en rampa durante distancias significativas o a intervalos frecuentes.
- Rampa especial: toda inclinación igual o inferior al 3 por ciento y de longitud superior a 1,6 km o toda inclinación superior al 3 por ciento y longitud superior a 800 m.

Según lo expuesto anteriormente, y debido a las características del trazado, toda la carretera se encuentra catalogada como terreno ondulado.

7. INTENSIDADES DE SERVICIO

El proceso de cálculo para la determinación del nivel de servicio que refleja una carretera ante una afluencia de tráfico se basa en la comparación realizada entre las intensidades máximas que cada nivel de servicio presente, y las registradas en la zona de estudio.

Así pues, estas intensidades máximas pueden relacionarse directamente con las condiciones que presenta la carretera en cuanto a reparto de tráfico, geometría, composición del tráfico, tipología del terreno, etc.

Para aquellos tramos que sean categorizados como de “geométrica normal” como es en el caso abordado, esta relación se refleja en la siguiente fórmula:

$$I_{NS_i} = C \times (I/C)_i \times f_R \times f_A \times f_{vp}$$

Donde:

C es la capacidad ideal de la carretera.

$(I/C)_i$ es la relación entre capacidad e intensidad, fija para cada nivel de servicio.

f_R es un factor de corrección por reparto de tráfico.

f_A es un factor de corrección por efecto de los arcenes.

f_{vp} es un factor de corrección por efecto del tráfico de vehículos pesados.

El primero de los factores a determinar es el de la capacidad ideal de la carretera (C) entendiendo como tal, la máxima intensidad de vehículos que en condiciones ideales, puede registrarse en ella. Este factor viene directamente determinado por el tipo de carretera considerada, por lo que para una carretera de tres carriles en condiciones ideales, se cifra en 4200 vehículos/hora.

El reparto de tráfico está directamente relacionado con la capacidad. El factor de corrección por reparto de tráfico (f_R) mide el efecto que tiene en el nivel de servicio la distinta intensidad que se registre entre ambos sentidos de la carretera. Así pues, se determina aplicando la siguiente tabla:

<i>Reparto por sentidos</i>	<i>Capacidad total (v/h)</i>	<i>Relación capacidad/capacidad ideal</i>
50/50	2.800	1,00
60/40	2.650	0,94
70/30	2.500	0,89
80/20	2.300	0,83
90/10	2.100	0,75
100/0	2.000	0,71

La influencia que provocan los arcenes estrechos o los obstáculos fijos al borde de la calzada, hacen que el conductor se intimide y por tanto disminuya la velocidad. Esta disminución influye en las intensidades conseguidas para cada velocidad y se tienen en cuenta en el factor de corrección por efecto de los arcenes.

Su cálculo se realiza entrando los datos geométricos de la sección en la tabla siguiente:

TABLA 8-4. FACTORES DE AJUSTE DEL REPARTO POR SENTIDOS EN TRAMOS DE CARACTERISTICAS GEOMETRICAS NORMALES

REPARTO POR SENTIDOS	100/0	90/10	80/20	70/30	60/40	50/50
FACTOR DE AJUSTE, f_R	0,71	0,75	0,83	0,89	0,94	1,00

El siguiente paso trata de establecer la influencia que tienen en la circulación de tráfico, la inclusión de vehículos pesados, para lo cual se determina el factor f_{VP} en función del porcentaje de vehículos pesados considerado dentro de la circulación global, de la composición de este tráfico de vehículos pesados, de las condiciones del terreno, y del nivel de servicio en que nos encontremos.

Conociendo dichos parámetros, el factor de corrección por vehículos pesados se determina mediante la expresión siguiente:

$$f_{VP} = \frac{1}{1 + P_C \times (E_C - 1) + P_R \times (E_R - 1) + P_B \times (E_B - 1)}$$

Donde:

P_i es el porcentaje de cada tipo de vehículo pesado, sobre el tráfico global.

E_j es el coeficiente determinado en función del nivel de servicio y el tipo de terreno. La determinación

de E_j se realiza mediante la tabla siguiente:

TIPO DE VEHICULO	NIVEL DE SERVICIO	TIPO DE TERRENO		
		LLANO	ONDULADO	MONTAÑOSO
Camiones, E_C	A	2,0	4,0	7,0
	B y C	2,2	5,0	10,0
	D y E	2,0	5,0	12,0
VR, E_R	A	2,2	3,2	5,0
	B y C	2,5	3,9	5,2
	D y E	1,6	3,3	5,2
Autobuses, E_B	A	1,8	3,0	5,7
	B y C	2,0	3,4	6,0
	D y E	1,6	2,9	6,5

Fuente: Ref. 6.

Por último, se determina la relación entre intensidad y capacidad $(I / C)_i$, que indica el nivel de saturación que sufre la carretera.

Dicha relación presenta un máximo para cada nivel de servicio que se fija en función de dos parámetros más, el porcentaje de longitud donde se impone prohibición de adelantamiento y el tipo de terreno por el cual se desarrolla.

Esta relación se determina entrando aquí:

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

NS	% DEM. EN TIEM.	RELACION I/I^0																				
		TERRENO LLANO						TERRENO ONDULADO						TERRENO MONTAÑOSO								
		V_m^b	% PROHIB. ADELANTAR					V_m^b	% PROHIB. ADELANTAR					V_m^b	% PROHIB. ADELANTAR							
0	20		40	60	80	100	0		20	40	60	80	100		0	20	40	60	80	100		
A	≤ 30	≥ 93	0,15	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04	≥ 91	0,15	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03	≥ 90	0,14	0,09	0,07	0,04	0,02	0,01
B	≤ 45	≥ 88	0,27	0,24	0,21	0,19	0,17	0,16	≥ 86	0,26	0,23	0,19	0,17	0,15	0,13	≥ 86	0,25	0,20	0,16	0,13	0,12	0,10
C	≤ 60	≥ 83	0,43	0,39	0,36	0,34	0,33	0,32	≥ 82	0,42	0,39	0,35	0,32	0,30	0,28	≥ 78	0,39	0,33	0,28	0,23	0,20	0,16
D	≤ 75	≥ 80	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58	0,57	≥ 78	0,62	0,57	0,52	0,48	0,46	0,43	≥ 70	0,58	0,50	0,45	0,40	0,37	0,33
E	> 75	≥ 72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	≥ 64	0,97	0,94	0,92	0,91	0,90	0,90	≥ 56	0,91	0,87	0,84	0,82	0,80	0,78
F	100	< 72	-	-	-	-	-	-	< 64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Una vez fijados cada uno de los coeficientes, se determina cuáles son las intensidades máximas que se pueden registrar en función del nivel de servicio, y así, se comparan con la intensidad de tráfico que se estima para la carretera, obteniendo los niveles de servicio de ésta.

Dentro del tráfico previsto, deben tenerse en cuenta las diversas oscilaciones horarias que se producen en la intensidad de tráfico registrada, mediante la introducción de un factor de hora punta (*FHP*) relacionado mediante la siguiente expresión:

$$I_{\text{CÁLCULO}} = \frac{I_{\text{PREVISTA}}}{FHP}$$

Este factor de hora punta (*FHP*) se obtiene de los datos de las estaciones de aforo consultadas, o en su defecto, mediante la consulta de la siguiente tabla:

A. CÁLCULO DEL NIVEL DE SERVICIO			
INTENSIDAD HORARIA TOTAL DE CALZADA (v/h)	FACTOR DE HORA PUNTA FHP	INTENSIDAD HORARIA TOTAL DE CALZADA (v/h)	FACTOR DE HORA PUNTA FHP
100	0,83	1.000	0,93
200	0,87	1.100	0,94
300	0,90	1.200	0,94
400	0,91	1.300	0,94
500	0,91	1.400	0,94
600	0,92	1.500	0,95
700	0,92	1.600	0,95
800	0,93	1.700	0,95
900	0,93	1.800	0,95
		≥ 1.900	0,96

B. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE SERVICIO					
NIVEL DE SERVICIO	A	B	C	D	E
FACTOR DE HORA PUNTA	0,91	0,92	0,94	0,95	1,00

Los parámetros de cálculo utilizados son los siguientes:

Tipo de Terreno	Ondulado
% de Vehículos	14%
% PC	14%
%PR	1%
%PA	-
% Reparto	50%

Aplicando a los parámetros el proceso de cálculo antes descrito, se obtienen los siguientes coeficientes y finalmente las intensidades de servicio.

	f_R	f_A	f_{VP}	Intensidades de servicio
Nivel de servicio A	1	0,9	0,69	218 v·c /h
Nivel de servicio B	1	0,9	0,63	688 v·c/h
Nivel de servicio C	1	0,9	0,63	1250 v·c/h
Nivel de servicio D	1	0,9	0,63	1641 v·c/h
Nivel de servicio E	1	0,97	0,63	2230 v·c/h

8. COMPARACIÓN DE NIVELES DE SERVICIO

Comparando estas intensidades máximas para cada nivel de servicio con las intensidades de cálculo que se han descrito en los procedimientos indicados, podremos valorar el nivel de servicio que se alcanzará para el año de puesta en funcionamiento (2015) y el año horizonte (2035), que se resumen en la tabla siguiente:

NIVEL DE SERVICIO CARRETERA ACTUAL	IMD actual (v·c/h) Con dos carriles	NIVEL DE SERVICIO CARRETERA MODIFICADA 2015	Intensidad de cálculo 2015 (v·c/h) Con tres carriles
E	1751	C	1136

Por lo que los niveles de servicio que se prevé puedan darse en la carretera de proyecto es un Nivel C tanto para el año de puesta en funcionamiento como para el año horizonte.

9. CONCLUSIÓN

Las conclusiones que se sacan del presente estudio de tráfico son, principalmente, la cuantificación del tipo de tráfico pesado previsto para la obra (en este caso es de tipo T0) y la previsión del tráfico para el año de apertura de la carretera y para un año horizonte que se considera 20 años después de la apertura de la carretera.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

La previsión del tráfico determina la adecuación del dimensionamiento preestablecido de la carretera a las exigencias que tendrá ésta para un nivel de servicio determinado. En el caso que nos ocupa, se ha verificado que para una carretera de tres carriles de 3,5 metros por sentido con calzadas separadas se obtiene un nivel de servicio C, que era el previsto en las bases de licitación “establecidas” para este proyecto.

Anejo 5

Geología

Índice

1. Objeto.....	3
2. Geología.....	3
3. Geomorfología.....	6
4. Tectónica.....	7
5. Sismicidad.....	8

1. OBJETO

El objeto de este anejo es determinar y analizar las características del terreno, para conocer la viabilidad técnica de la ejecución de las obras. Por ello se describe la zona de estudio desde el punto de vista geológico, geomorfológico, edafológico y tectónico

Marco Geológico Regional

La región de Oporto se localiza en un dominio geotécnico complejo del Macizo Ibérico, o sea, en la franja metamórfica de Oporto (Fernandes, H. 2005). El sector estudiado se sitúa así, a lo largo de la sutura del Proterozoico superior que separa la zona de Ossa-Morena (ZOM) y la Zona Centro-Ibérica (ZCI), con dirección general NNW-SSE, denominada franja de cizalladura de Oporto- Coimbra-Tomar. La geología de la región de Oporto (y.g., Rosas da Silva, 1936; Carrington de la Costa, 1938, 1958; Carrington de Costa & Teixeira, 1957; COBA, 2003) es caracterizada en rasgos muy generales por la dominancia de rocas graníticas, siendo estas mayoritariamente granitoides de dos micas, de grano medio y textura granular o porfiróide.

Una parte de la región está ocupada por depósitos de cobertura de edad holocénica y/o pliocénica constituidos por depósitos de playas antiguas y de terrazas fluviales (Araújo et al., 2003).

Estudios del grado de alteración permitieron constatar que el resultado de la meteorización de las rocas graníticas de la región es frecuentemente patentada por la arenización y/o decomposición del macizo, que puede alcanzar profundidades de más de 100m (Begonha, 2001). Estos productos de meteorización son caracterizados por un esqueleto esencialmente constituido por minerales primarios (cuarzo, feldspato, potasio y micas) y una fracción arcillosa predominantemente del tipo caulinita y gibsita.

Estos dos minerales revelan una elevada evolución mineralógica y confieren un buen drenado interno del macizo.

2. GEOLOGÍA

La Ciudad de Oporto no puede ser disociada de sus granitos. Está conectada a su geología. Se sitúa, bajo el punto de vista geológico, esencialmente en la Zona Centro - Ibérica (ZCI).

Sin embargo, uno de los principales contactos geotectónicos de la Península Ibérica es el contacto entre la Zona Centro Ibérica (ZCI) y la Zona Ossa Morena (ZOM). Este contacto está marcado a occidente por la zona de cizalladura Porto - Tomar (ZCPT) que pasa por la zona de la Desembocadura del Duero – Nevogilde. Más precisamente se debe considerar que la ciudad se sitúa en el límite entre aquellas dos zonas geotectónicas.

En la Carta Geológica consultada para la realización de este trabajo se han distinguido tres tipos de formaciones litológicas: las formaciones sedimentares de cobertura, las formaciones metamórficas y las formaciones de origen ígnea.

De este conjunto el más expresivo es, seguramente, la de las formaciones de origen ígnea y en particular lo de las rocas graníticas de edad hercínica o holocénica (340 ma a 270 ma).

Rocas sedimentarias

Bajo la designación de rocas sedimentares es referido al conjunto esencialmente constituido por rocas detríticas que constituyen los diferentes tipos de depósitos post-pliocénicos y que son, esencialmente, compuestas por material heredado y resultante de la erosión de las rocas ígneas y metamórficas más

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

antiguas.

En el área de la ciudad de Oporto los depósitos fueron agrupados en cuatro unidades: dos asignadas al Actual y Holocénico, una al Cuaternario antiguo y otra al Cuaternario antiguo y Pliocénico reciente. G. S. Carvalho (1992)

Aterros recientes (at) se encuentran principalmente entre la Circunvalação, zona en la cual se ejecuta la obra, y la desembocadura del río Duero y que sirvieron, expresamente para la construcción de las avenidas junto al mar.

Aluviones (a) que corresponden a depósitos fluviales que ocupan los valles de pequeños ríos y arroyos y esencialmente constituidos por sedimentos arcillosos y arenas que constituyen el lecho de inundación. Estos últimos son más evidentes en la zona oriental de la ciudad expresamente en los valles de los ríos Tinto y Torto que fueron utilizados para actividad agrícola por ser muy fértiles.

Cuaternario antiguo (Q) ES la unidad donde se incluyen los depósitos de origen marino de la franja litoral existente en la Desembocadura del Duero y Nevogilde. Son depósitos esencialmente arenosos pero con muchos guijarros rolados que corresponden a playas antiguas (terrazas marinas) y que comprueban procesos conectados a la regresión.

Cuaternario antiguo y Pliocénico reciente (PQ) En esta unidad fueron incluidos todos los depósitos constituidos por arenas groseras y casquillos que A. Araújo (1991) y G. S. Carvalho (1992) consideraron como de origen fluvial.

Rocas metamórficas

En la zona occidental de la Ciudad de Oporto, en la estrecha orilla litoral entre la desembocadura del río Duero y el Castillo del Queso, se encuentran magníficos afloramientos de variadas rocas metasedimentares, con metamorfismo de alto grado, especialmente asociadas las rocas ortognaissicas de diferentes tipos y anfibolitos, que en su conjunto fueron cortadas por granitos de edad hercínica. Estos afloramientos contrastan con los de la zona oriental donde los ortognaisses y anfibolitos están ausentes y en que micaxistos y metagravas, constituyendo una secuencia relativamente monótona y menos metamorfizada, son también recortados por granitos hercínicos.

Estos hechos y el estado actual de los conocimientos de la geología regional llevaron a considerar las rocas metamórficas distribuidas por dos conjuntos distintos: "Complejo Metamórfico de la Desembocadura del Duero" (CMFD) y "Complejo Esquisto-Grauváquico" (CXG).

Complejo Metamórfico de la Desembocadura del Duero (CMFD) . Este complejo, puede, en su conjunto, considerarse en el esencial, y de cara al estado actual de los conocimientos, constituido por dos unidades tectono-estratigráficas distintas: la "Unidad de los gnaisses de la Desembocadura del Duero" (UGFD) y una unidad esencialmente constituida por metasedimentos la "Unidad de Lordelo del Oro" (ULO).

Los ortognaisses de la UGFD contactan la NE y SW con formaciones metasedimentares muy dobladas (ULO) siendo nítida la discordancia entre las foliaciones presentes en los gnaisses y en los meta-sedimentos. Las secuencias meta-sedimentares son esencialmente constituidas por micaxistos a los que se asocian, a veces con anfibolitos y rocas calcossilicatadas.

Como los metasedimentos de la ULO exhiben una mixtosidad anterior a las foliáceas presentes en los ortognaisses se asume que el CGFD y, bien así, el CMFD corresponde a la franja pre-cámbrica de la Zona Ossa Morena.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

La zona de cizalladura Puerto-Tomar (ZCPT) pasa próximo al Castillo del Queso y separa los terrenos de la Zona Centro Ibérica, justamente por el "Complejo Esquisto-Grauváquico (CXG)", que se encuentra en la zona oriental de la ciudad de Oporto, en los terrenos de la Zona de Ossa Morena.

Complejo Esquisto-Grauváquico" (CXG). Las rocas que fueron consideradas como pertenecientes al "Complejo Esquisto Grauváquico" se encuentran principalmente en la zona oriental de la ciudad y representan vestigios del que fue el encajante metamórfico de los granitos hercínicos razón por la cual se presentan frecuentemente cortados por material de composición granítica.

Las formaciones son esencialmente constituidas por micaxistos y metagrauvas finos y se revelan muy deformadas. La actitud de la mixtosidad principal, a pesar de la proximidad de los granitos, se revela constante, N20°W a N40°W, 50°Y subvertical y se mantiene incluso cuando los micaxistos ocurren en pequeños recortes en su interior. Cabe destacar que es habitual que estas formaciones exhiban una regulación sub-horizontal bien evidente sin que se observe un clivaje de crenulación, siendo frecuente la fracturación tardía N10°Y a N20°Y, subvertical.

Rocas ígneas

Rocas graníticas hercínicas. La petrografía y la geología permiten la agrupación de los diferentes tipos de granitos en función de su mineralogía y edad relativa.

Granitos biotíticos con plagioclase cálcica (polvos-tectónicos).

Granitos porfiríodes de grano medio a grosero - Este tipo de granito está representado expresamente en el afloramiento sobre el cual asienta el Castillo del Queso, así como en pequeños afloramientos que ocurren, por ejemplo, junto al río Duero en la zona de la Cantareira así como en la playa de la Luz. Cabe destacar que presentan características idénticas a las de granitos que ocurren al sur del río Duero.

Granitos biotíticos con plagioclase cálcica (sintectónicos).

Granito de grano medio a fino - Este granito aflora en pequeñas manchas que ocurren en la zona oriental de la ciudad, expresamente en Azevedo-Campanhã, donde existen metasedimentos del Complejo Esquisto-Grauváquico a lo largo de alineaciones de orientación NS a N20°W.

Granitos de dos micas (Sintectónicos).

Los terrenos graníticos sobre los cuales asienta la ciudad de Oporto son predominantemente constituidos por granitos de dos micas sintectónicos. El macizo, en su conjunto, define una alineación NW-SI debido a las estructuras hercínicas y está envuelto por terrenos metamórficos que a nordeste pertenecen al Complejo Esquisto-Grauváquico y a suroeste al Complejo Metamórfico de la Desembocadura del Duero. Este macizo pasa los límites de la Ciudad y se extiende para SI hasta Olivo del Duero (Vila Nova de Gaia) y para NW hasta Labruge (Vila de Conde).

Granito de grano medio (Granito de Oporto)- En varias zonas del macizo, hay caulización primaria, de los feldspatos conectada a fluidos hidrotermales, esto para distinguir de otra que se solapó en el espacio con el tiempo pero asociada a procesos meteóricos. La calinización además de disminuir la resistencia perjudica otras calidades del granito expresamente como material de construcción, razón por la cual las zonas de más fuerte calinización se encuentran señaladas en el mapa geológico.

Granito porfiroide y/o de tendencia porfiroide de grano grosero o medio a grosero (Granito de Contumil) – La moscovita es la mica dominante pudiendo en algunos casos ocurrir en proporciones idénticas a las de la biotita. De referir el suceso de turmalina como mineral accesorio.

3. GEOMORFOLOGÍA

Orograficamente Oporto está asentada en una serie de colinas coronadas de altiplanos, de mayor altitud a nordeste bajando suavemente en dirección al océano y a la desembocadura del Duero, y de modo abrupto para el lado del río (Carrington de la Costa, 1938).

En efecto la ciudad de Oporto está situada en una región donde la plataforma litoral, considerada como una superficie de aplanamiento de origen subaérea (B. Ferreira, 1983), corresponde a un conjunto de patamaranes escalonados, descendiendo para el mar a partir de una línea de relieve, el relieve marginal, el cual, en el área de la ciudad se eleva a partir de los 80 metros (Araujo, 1991).

La geomorfología de la ciudad no puede dejar de estar conectada a los sistemas de fracturación generados durante los movimientos hercínicos y de los muchos rejosos que las fracturas generadas, sufrieron hasta nuestros días. Es decir la morfología de la ciudad actual no es más que el resultado de un largo moldeado que tuvo su inicio en el fin de la orogenia Hercínica, van cerca de 270 Ma.

En la ciudad se verifica que las orientaciones de las principales alineaciones de fracturas son ENE-WSW la NW-SI, así como las orientaciones más tardías NNE-SSW la NS que son las más marcadas. La dirección de las diaclases medidas en lugares distribuidos por los afloramientos graníticos revela como sistemas principales los de orientación NE-SW (N30 a N60Y), que es el más marcado, y ENE-WSW la NW-SE (N100 a N140Y).

Fueron estas las alineaciones preferenciales para el referido modelado de la morfología de Oporto. La línea de costa es subparalela al gran accidente NNW-SSE que es el fallo Puerto-Tomar. El río Duero es el responsable por el valle estrecho y profundo visible en toda la marginal y que se prolonga hasta a la Desembocadura, con vertientes íngremes y elevadas que presentan en algunos puntos altitudes del orden de los 80 metros, como en la zona del puente de D. Maria I, y de 70 metros en las proximidades del puente de la Arrábida, hechos que no son normales para un río ya próximo a su desembocadura.

Los principales afluentes del Duero diseñan alineaciones subparalelas a las zonas de flaqueza NNE-SSW la NS. De entre los numerosos ríos urbanos que formaban parte integrante del paisaje de Oporto merecen particular destaque: el célebre Río de Vila; el arroyo de las Virtudes; y el río de Vilar. El río de Vila diseña una alineación que pasa paralelamente a la parte superior de la Calle de Sta. Catarina, a continuación en el Bolhão y viene después derecho a la calle Mouzinho de la Silva, que sobre él fue construida, fue desviado hasta a la plaza Almeida Garrett durante las construcciones de la calle 31 de Enero.

En aquella plaza se juntaba con el valle de Germalde; también este correspondiendo a una alineación que viene desde la Constitución, hasta la plaza de la Trindade, tras pasar por la Lapa, y que en su parte final se desenvolvía paralelamente a la Avenida de los Aliados. Por eso gran número de edificios de esta última arteria está asentada en cimientos abobadados o contruidos sobre estacarias de gran altura. El agua aparece en algunos puntos a poca profundidad (Carrington de la Costa, 1938). El arroyo de las Virtudes o arroyo del Carregal es un pequeño arroyo que nace para los lados de la calle de la Torrinha, está cortado por la calle del Breiner y por el Jardín de Carrilho Parra (Jardín del Carregal) y que, en el año de 1769 fue en gran medida cubierto para construcción del Hospital de S. António? (Carrington de la Costa, 1938); después de atravesar la antigua Casa de campo de las Virtudes desaguaba donde está actualmente el edificio de la Aduana teniendo por eso sido desviada su desembocadura. El río de Vilar resulta del encuentro de diversos riachos y en su parte terminal seguía una dirección paralela a la de la calle D. Pedro V yendo a desaguar en Massarelos.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

ES a oriente que se encuentra el más amplio valle, lo de Campanhã, entre los montes de la Vela y de la Corujeira. ES en este valle que corren los ríos Tinto y el Torto.

El relieve poco acentuado, la existencia de mucha agua y un nivel freático alto eran propicios a la existencia de zonas alagadiças, algunas de gran valor para la agricultura, como a que en el inicio del siglo XIX ocupaba terrenos en una vasta área a occidente del Cementerio del Prado del Reposo hoy cortada por la Avenida de Rodrigues de Freitas y designada por ?Campos del Cirne? (Carrington de la Costa, 1938). La actual Estación de Caminos de Hierro Campanhã se sitúa en zonas que otrora fueron pantanosas, teniendo en su construcción sido necesaria la utilización de estacaria para la fundación de los cimientos. El mismo sucedía, por ejemplo ya más a occidente en la zona de la actual Escuela secundaria Rodrigues de Freitas y en la Carvalhosa donde existió ya un verdadero lameiro.

También la evolución paleoclimática fue determinante. Siendo, a partir de determinada altura, los granitos de dos micas las principales rocas aflorantes ellas registraron procesos de meteorização variables en función del clima dominante del régimen hidrodinámico (no es por casualidad que las zonas más caulinizadas supergenicamente están en zonas más planas y donde ocurren alineaciones de fractura). Los depósitos que constituyen las terrazas fluviales son ricos en caulinite lo que sugiere que fueron formados o sufrieron una alteración en condiciones de clima caliente y húmedo (Araujo, 1990).

En realidad, en una región con las características de las de Oporto se hace difícil la caracterización morfológica, por un lado porque no son evidentes formas de relieve significativas y por otro lado, porque corresponde a una área intensamente ocupada, en que las características naturales fueron fuertemente alteradas por la acción del hombre.

El análisis de un perfil geológico y topográfico permite hacer una idea más correcta de la morfología de la Ciudad de Oporto y una síntesis del que atrás fue escrito. En occidente, parte de la cota del mar y después sube rápidamente hasta cerca de 35 metros, surgiendo la terraza marina de la Desembocadura del Duero, después sube gradualmente hasta la zona de Pinheiro Manso, 65 metros, donde la plataforma es abruptamente cortada por el valle donde corre la ribeira de la Granja que es condicionada por una alineación de fracturas NNE-SSW. Prosigue después la plataforma y sube gradualmente hasta a la Plaza Mouzinho de Albuquerque (Rotonda de la Boavista); se verifica, así, que las referidas fracturas cortaron e hicieron que fuera erosionada parte de la terraza fluvial que se extendía desde la Rotonda hasta Mariscal Gomes de la Costa que así quedó dividido en dos. A partir del fallo NNE-SSW que pasa un poco la nascente de la avenida de Francia comienza la subida, del muro granítico: primero hasta al Marquês y después hasta al Monte Aventino. Surge entonces, controlado por fallos el valle donde circula el arroyo de Vila Meã y sobrancero a este, ya la nascente, la Corujeira.

Tras declive, a veces acentuado, surge el valle de Campanhã. Esta área corresponde al contacto entre los micaxistos del Complejo Esquisto-Grauváquico y los granitos hercínicos de Oporto y Azevedo-Campanhã, ocurriendo con los puntualmente zonas de alternancia de esquisto y granito. A los esquistos corresponden las zonas de cotas más bajas, con formas de relieve blandas que conjugadas alineaciones estructurales, de orientaciones preferenciales N-S a NE-SW, justifican las vertientes suaves y los valles encajados donde se instalaron los ríos Tinto y Torto.

4. TECTÓNICA

La orogenia Hercínica desempeñó un papel fundamental en la geología del NW Peninsular.

La unidad hercínica de la Península Ibérica es caracterizada por la existencia de varias Zonas Geotectónicas, con características paleogeográficas, tectónicas, metamórficas y plutónicas distintas, que se disponen paralelamente a las líneas estructurales de la cadena hercínica (Julivert & col. 1974).

Como ya se ha comentado la Ciudad de Oporto, se sitúa esencialmente en la Zona Centro-Ibérica. Pero,

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

como lo que se designa por ZCPT, que marca el límite entre la Zona Centro-Ibérica (ZCI) y la Zona de Ossa Morena (ZOM), pasa por la zona de la Desembocadura del Duero, geológicamente se considera que la ciudad se sitúa en el límite entre aquellas dos zonas.

En el área de la ciudad, debido a su posicionamiento geotectónico solo son cartografiables las estructuras relacionadas con las fases F1 y F3 hercínicas.

Como ya se ha comentado, hay que distinguir los terrenos pertenecientes a la ZCI y los de la ZOM separados por la zona de cizalladura Porto - Tomar (ZCPT), activa desde F1 y que durante F3 dio lugar a un desligamiento derecho (Ribeiro & col 1980). En el área correspondiente a la ciudad de Oporto los metasedimentos de la ULO registran las deformaciones de ZOM y los metasedimentos del CXG las de la ZCI.

Es remarcable que en los terrenos de la ZOM, que son representados por el que se designó por "Complejo Metamórfico de la Desembocadura del Duero" es posible reconocer efectos de deformaciones antehercínicas tanto en los metasedimentos como en los ortogneisses, además de los efectos debidos a las acciones de F1 y F3; estas últimas responsables, respectivamente, por la falla N120°Y subvertical que corresponde a un clavaje de plan axial de pliegues cuyo eje tiene una orientación WNW, con pendiente variable, y por cizalladuras N120°Y a N130°Y, más marcado en los gnaisses leucócratas ocelados.

Concretamente y en lo que respecta a la fase F3, fase que correspondió la tensiones compresivas máximas orientadas NE-SW, además de responsables de pliegues y por las cizalladuras NW-SE y ENE-WSW implicó también grietas de tracción NE-SW y NNE-SSW registradas expresamente en los macizos graníticos de dos micas sintectónicas relativamente a F3. En estas últimas se instalaron, por ejemplo, los filones aplitopegmatíticos.

Posteriormente a F3 actuaron las fases terminales hercínicas, bajo la acción de una tensión compresiva máxima N-S que implicó el regojo de las fracturas generadas, principalmente, durante el periodo terminal de F3. Fue en este periodo que el sistema frágil NNE-SSW alcanzó mayores proporciones (Ribeiro & Pereira, 1992).

Del estudio de las principales alineaciones observadas se verifica que están representadas las orientaciones ENE-WSW la NW-SI, así como las orientaciones más tardías NNE-SSW la NS. La dirección de las diaclases medidas en 23 lugares distribuidos por los afloramientos graníticos revela como sistemas principales los de orientación NE-SW (N30 a N60Y), que es el más marcado, y ENE-WSW la NW-SE (N100 a N140Y).

5. SISMICIDAD

La sismicidad del territorio de Portugal continental transcurre de su localización geotectónica particular, a Norte del Fallo Azores-Gibraltar que constituye la frontera entre la placa africana y la placa euro-asiática. En este contexto, el territorio continental está expuesto a los sismos distantes, con origen en el mar, en la vecindad de la línea de fractura Açôres-Gibraltar, de magnitud elevada y más pequeños intervalos de ocurrencia (centenares de años); y a los sismos próximos, con origen en el continente, en regla de magnitud moderada baja, y elevados intervalos de ocurrencia (miles de años).

Los registros de la sismicidad histórica e instrumental muestran que la ciudad de Oporto se sitúa en una región de sismicidad moderada baja.

Potencial para la rotura sísmica de las fallas a la superficie

El potencial para la rotura sísmica de una falla a la superficie es un factor importante, en la medida en que la mayoría de las estructuras no soporta eventuales desplazamientos de orden decimétrica a métrica, impuestos por el movimiento de una falla en el macizo de fundación. La localización de fallas activas y el valor esperable de su potencial desplazamiento son, por eso, factores que pueden condicionar la implantación de edificaciones y de infraestructuras, expresamente de las que tengan un desarrollo lineal,

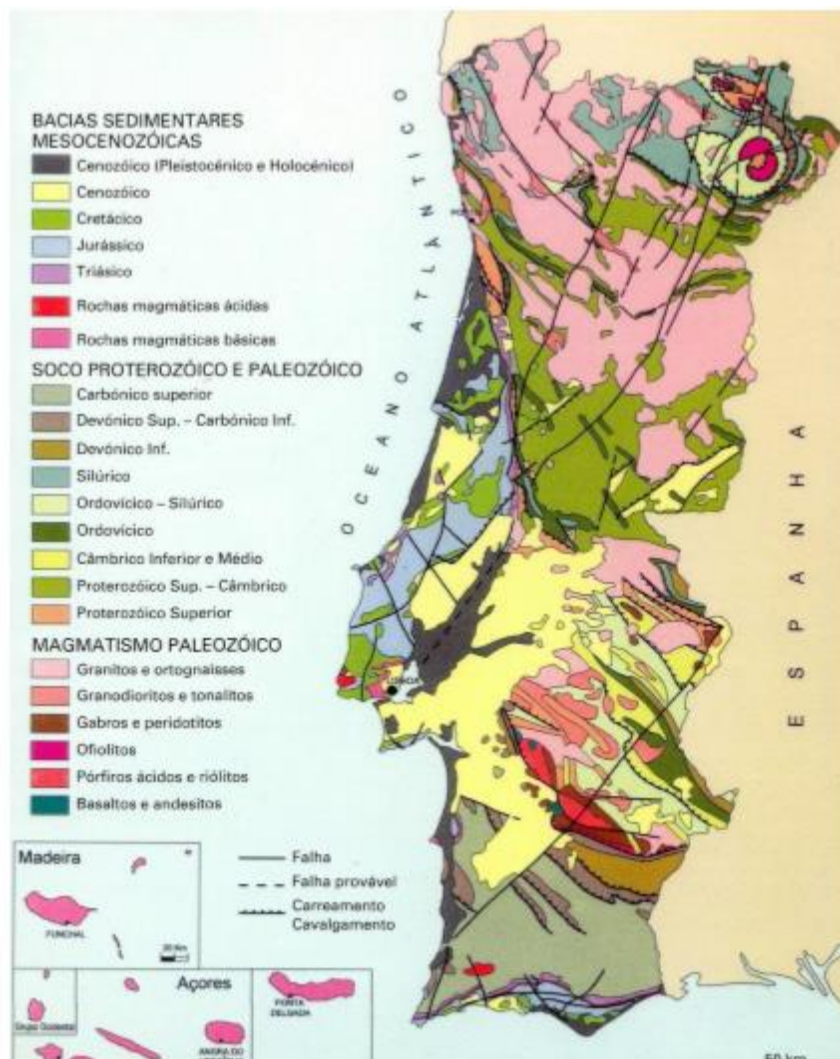
Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

como las vías de comunicación y los conductos enterrados de abastecimiento de agua, de gas natural, etc. La Carta Neotectónica de Portugal en la escala 1: 1.000.000 indica el suceso en la región de la ciudad de Oporto de algunas fallas clasificadas como "activas probables".

El análisis de estos datos muestra el tratamiento de una sismicidad difusa, de magnitud moderada a baja, característica de una zona intra-placa, que no permite relacionar las fuentes sísmicas con estructuras geológicas particulares.

A pesar de que la Carta Neotectónica de Portugal indica el hecho que en la ciudad hay fallas "activas probables", es de notar que en consonancia con los conocimientos actuales, solo los grandes sismos rompen la superficie, o sea, la propagación de la rotura y el desplazamiento sísmico de una falla a la superficie del terreno, normalmente solo se verifican para sismos de magnitud superior a 6. Más precisamente, un sismo de magnitud 6 tiene una probabilidad del orden del 2% de romper la superficie, en el caso de tratarse de una falla inversa y del 5%, en el caso de un falla normal o de deslizamiento horizontal. Según el registro de la sismicidad instrumental, la magnitud máxima conocida de sismos generados en la región de Oporto es de 5,6.

Por otro lado, considerando que las tasas de deslizamiento sísmico de los fallas activas en Portugal (Cabral, 1997) se sitúan entre valores de la orden de 0,01 a 0,001 mm/año, se estima que un sismo de magnitud 6 habría en la región de Oporto un intervalo de ocurrencia entre 10 000 y 100 000 años. Lo que significa que es muy reducida la probabilidad de suceso de un sismo de magnitud 6 en la región de Oporto y aún más reducida la probabilidad de ese sismo provocar un desplazamiento del respectivo fallo a la superficie. Este análisis permite concluir que el potencial para la rotura sísmica a la superficie de las fallas que ocurren en el área de la ciudad de Oporto, es muy bajo, no constituyendo un factor condicionante para la planificación del proyecto.



Anejo 6

Drenaje

Índice

1. Consideraciones generales y criterios básicos	3
1.1 Objeto	
1.2 Criterios funcionales	
1.3 Periodo de retorno	
1.4 Riesgo de obstrucción	
2. Cálculo de los caudales de referencia.....	7
2.1 Planteamiento general	
3. Drenaje de la plataforma y márgenes. Criterios de proyecto	8
3.1 Condiciones generales	
3.2 Plataforma	
3.3 Drenaje de la obra de paso	
3.4 Estribos	
3.5 Dispositivos de recogida y evacuación de aguas	
4. Drenaje de la plataforma y márgenes, capacidad de desagüe.....	20
4.1 Introducción	
4.2 Elementos lineales	
4.3 Sumideros e imbornales	
5. Drenaje transversal.....	24

1 CONSIDERACIONES GENERALES Y CRITERIOS BASICOS

1.1 OBJETO

El objeto del presente anejo es diseñar el sistema de drenaje necesario en las carreteras dentro de la zona de influencia de la obra, es decir la carretera N14 en su intersección con la N12. Aquí se hacen todos los cálculos y se dan las indicaciones que son necesarias para construir y conservar adecuadamente los elementos del drenaje superficial de las carreteras involucradas en el proyecto y de la obra de paso proyectada.

El drenaje superficial comprende:

- La recogida de las aguas -pluviales - procedentes de la plataforma y sus márgenes, mediante caces, cunetas y sus imbornales y sumideros.

- La evacuación de las aguas recogidas -eventualmente a través de arquetas y colectores longitudinales- a cauces naturales, a sistemas de alcantarillado o a la capa freática, bien sea directamente, bien sea a través de obras de desagüe transversal o canalizaciones a cielo abierto o enterradas.

- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera, mediante su eventual acondicionamiento y la construcción o modificación de obras de drenaje transversal.

En el presente anejo no se analizan los siguientes aspectos por ser considerados irrelevantes por el proyectista:

- El drenaje profundo, relativo a las aguas subterráneas (aunque sí se hace referencia al drenaje del trasdós de los estribos).

- El drenaje de firme, relativo a las aguas en él infiltradas.

1.2 CRITERIOS FUNCIONALES

Los elementos del drenaje superficial se han elegido teniendo en cuenta:

- Las soluciones técnicas disponibles.

- La facilidad de su obtención.

- Sus precios.

- Las posibilidades y costes de su construcción y conservación.

- Los daños que su presencia pueda producir.

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

Al paso del caudal de referencia, obtenido en el anejo de hidrología, y cuyo periodo de retorno se define a continuación, se ha analizado el riesgo de obstrucción garantizando que se cumplan las siguientes condiciones:

A) Velocidad de la corriente

En los elementos del drenaje superficial la velocidad del agua no debe causar daños por erosión ni por aterramiento.

El diseño, dimensionamiento e implantación de la obra de drenaje transversal evita el depósito de sedimentos en su interior y reduce en todo lo posible la perturbación de las condiciones de desagüe del cauce a que correspondan, causa de erosiones y aterramientos.

Por eso, se ha intentado dimensionar una obra de drenaje transversal que cumpla con todas y cada una de las recomendaciones obtenidas de la IC 5.2 “drenaje superficial”.

B) Nivel del agua

En relación con la posibilidad de interrupción del funcionamiento de la propia carretera N14 o de la vía contigua, la N12, el máximo nivel de la lámina de agua guarda, respecto de la superficie de la plataforma de aquella, un resguardo no inferior al especificado en la siguiente tabla:

Tabla 1.1

Resguardo mínimo (m) entre el máximo nivel de la lámina de agua y la superficie de la plataforma

TIPO DE ELEMENTO	IMD afectada		
	Alta 2000	Media 250	Baja
Drenaje superficial de la plataforma	0		(*)
Obras de drenaje transversal	0,5	0	

Para la obra de drenaje transversal de los tramos de carretera de la N14 y N12 dentro de la zona de influencia del proyecto tendrán un resguardo mínimo de 0,5 m.

C) Sobreelevación del nivel de la corriente

Los daños materiales a terceros producibles por la inundación de zonas aledañas a la carretera debida a la sobreelevación del nivel de la corriente en el cauce, provocada por la presencia de una obra de desagüe transversal, no tiene la consideración de catastróficos en el caso abordado.

En los terraplenes se ha comprobado si el desnivel de la lámina de agua entre ambos lados de él rebasa los ocho m. En caso afirmativo se hubiera tenido que analizar el riesgo de un fallo en el terraplén –con efectos similares al de la rotura de una presa- si resultasen catastróficos los

daños aguas abajo que de ello pudieran derivarse, pero como el máximo desnivel previsto es de 6 metros, esta comprobación no ha sido necesaria.

1.3. PERIODO DE RETORNO

La selección del caudal de referencia, obtenido del estudio hidrológico, para el que se han proyectado los elementos del drenaje superficial está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su período de retorno: cuanto mayor sea éste, mayor será el caudal.

Se dice que el período de retorno de un caudal es T cuando, como media, es superado una vez cada T años. Sin embargo, el riesgo de que ese caudal sea excedido alguna vez durante un cierto intervalo de tiempo -como por ejemplo la vida útil de una obra- depende también de la duración del intervalo. Así, un caudal que tenga un periodo de retorno de 50 años tiene una probabilidad de un 2 % de que en cualquier año de dicho período aparezca al menos un caudal igual o mayor, pero la probabilidad de tal aparición en un período cualquiera de 10 años consecutivos sube al 18 %; de 25 años, al 38 %; de 50 años, al 64 %; de 100 años, al 86 %, y, en general, de C años, al

$$1 - [1 - (1/T)]^C$$

En principio se recomienda adoptar períodos de retorno no inferiores a los que se indican en la tabla 1.2. No obstante, se podrán adoptar otros valores debidamente justificados, habida cuenta del coste del elemento de drenaje superficial y de los daños (apartado 1.5) producibles por el caudal de referencia especialmente si una ligera alteración de las magnitudes deducidas de un determinado valor del periodo de retorno tuvieran una brusca repercusión en el coste o en los daños.

Tabla 1.2
Mínimos periodos de retorno (años)

TIPO DE ELEMENTO DE DRENAJE	IMD en la vía afectada (*)		
	Alta 2000	Media 500	Baja
Pasos inferiores con dificultades para desaguar por gravedad	50	25	
Elementos del drenaje superficial de la plataforma y márgenes	25	10	(**)
Obras de drenaje transversal		100	(***)

Para el caso abordado el período de retorno asociado a la obra de drenaje transversal de las carreteras N12 y N14, en la zona de influencia del proyecto, será de 100 años.

1.4. RIESGO DE OBSTRUCCION

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente, Entre los elementos del drenaje superficial de la plataforma, este riesgo es especialmente acusado en los sumideros y colectores enterrados, debido a la presencia de basura (especialmente plásticos, hojas secas y basura) o aterramientos. Para evitarlo se necesita un adecuado diseño, un cierto sobredimensionamiento y una eficaz conservación. En el correspondiente anejo de conservación, explotación y mantenimiento de la obra se pueden encontrar las recomendaciones específicas de drenaje que el proyectista de la obra considera tener en cuenta. También se ha sobredimensionado ligeramente el sistema de drenaje para estar del lado de la seguridad, dada la poca experiencia del proyectista en este tipo de diseños. El riesgo de obstrucción de las obras de drenaje transversal -fundamentalmente por vegetación arrastrada por la corriente- dependerá de las características de los cauces y zonas inundables, y puede clasificarse en las categorías siguientes:

Alto: Existe peligro de que la corriente arrastre arboles u objetos de parecido tamaño.

Medio: Pueden ser arrastradas cañas, arbustos y objetos de dimensiones similares, en cantidades importantes.

Bajo: No es previsible el arrastre de objetos de gran tamaño y en cantidad suficiente como para obstruir el desagüe.

En este caso se considera BAJO el riesgo de obstrucción de la Obra de Drenaje Transversal ya que los márgenes son hormigonados o pavimentados y los árboles que hay son de hoja pequeña.

Daños en el elemento de drenaje superficial

Se podrá considerar que la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del cauce o conducto si su velocidad media no excede de los límites fijados en la tabla 1.3 en función de la naturaleza de dicha superficie:

Tabla 1.3

Velocidad máxima del agua

NATURALEZA DE LA SUPERFICIE	Máxima velocidad admisible (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0,20-0,60
Arena arcillosa dura, margas duras	0,60-0,90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0,60-1,20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1,20-1,50
Hierba	1,20-1,80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1,40-2,40
Mampostería, rocas duras	3,00-4,50
Hormigón	4,50-6,00

La velocidad admisible para el caso abordado es de entre 4,50 y 6 metros/segundo.

Si la corriente pudiera arrastrar materias en suspensión (limo, arena, etc.) se cuidará de que una reducción de la velocidad no provoque su sedimentación, o se dispondrán depósitos (areneros) para recogerlas, los cuales deberán ser de fácil limpieza y conservarse de forma eficaz. No ha sido necesaria implantación en el diseño.

Interrupción de la circulación

A efectos de la Instrucción, se admite que la intensidad de circulación de vehículos es alta si la IMD excede los 2000 veh/día y baja si no alcanza los 250. Por lo tanto, del anejo de movilidad y de tráfico se ha obtenido una IMD alta.

2. CALCULO DE LOS CAUDALES DE REFERENCIA

2.1. PLANTEAMIENTO GENERAL

El método de estimación de los caudales asociados a distintos períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante.

Para cuencas pequeñas son apropiados los métodos hidrometeorológicos contenidos en la Instrucción 5.2, basados en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, a través de una estimación de su escorrentía. Ello equivale a admitir que la única componente de esta precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente. En las cuencas grandes estos métodos pierden precisión y, por tanto, la estimación de los caudales es menos correcta; pero por otra parte, en estas cuencas suele disponerse de información directa sobre niveles o caudales de avenidas. La frontera entre cuencas grandes y pequeñas, a efectos de la Instrucción, corresponde aproximadamente a un tiempo de concentración igual a seis horas. Para el caso en estudio, como se ha podido comprobar en el anejo de hidrología, los tempos de concentración estimados por los distintos métodos han dado valores inferiores a una hora, por lo que la cuenca hidrográfica en la que se encuentra la obra es pequeña.

Quadro 4.3 - Precipitações máximas em 24 horas para um determinado período de retorno, T.

T [anos]	5	20	50	100
P24 [mm]	79	108	126	139

Quadro 4.4 - Precipitações críticas, p_{lc} , (mm).

	T=5 anos	T=20 anos	T=50 anos	T=100 anos
Secção 1	22	30	35	39
Secção 2	22	30	35	39
Secção 3	25	34	40	44
Secção 4	26	35	41	45

La naturaleza de la cuenca aportante influye en los métodos hidrometeorológicos, ya que el tiempo de recorrido del flujo difuso sobre el terreno tiene los cauces bien definidos.

Al encontrarse esta obra en zona urbana, existe la presencia de sumideros que desaguan a una red de canalizaciones y que absorben una parte de la escorrentía.

El resultado de los métodos hidrometeorológicos se ha contrastado con la información directa que se disponía sobre niveles y caudales de avenida.

3. DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MARGENES. CRITERIOS DE PROYECTO

3.1 CONDICIONES GENERALES

El drenaje superficial actual de las carreteras en estudio, fue proyectado como un conjunto de redes que recogía la escorrentía superficial -y, en algunos casos, las aguas subterráneas- procedentes de la plataforma de la carretera y de los márgenes que vierten hacia ella, y las conduce a un desagüe funcionando correctamente hasta el momento. Ahora, al hacer este proyecto de modificación de la carretera, la superficie de la plataforma a drenar aumentará en un carril por sentido, por lo que es de esperar que los caudales a evacuar sean también mayores a los actuales.

Lo que el proyectista ha considerado en este caso es desplazar la red de drenaje actual de la carretera los 3,50 metros que cada calzada aumentará de manera que su trazado quedará paralelo al actual (ya que el eje de las carreteras no cambia su dirección si no que se desplaza 1.75m y tiene una dirección paralela a la actual).

Además del coste, se han tenido en cuenta estos factores:

Topográficos: altitud, posición de la explanación respecto al terreno contiguo, espacio disponible, origen y posible punto de desagüe de cada red, situación de obras de drenaje transversal o de pasos previstos o necesarios, transiciones de peralte, presencia de mediana, puntos altos y bajos. Los datos referentes a la topografía se pueden encontrar en el correspondiente anejo.

Climatológicos: régimen seco con chubascos, régimen de lluvias continuas, extraído del anejo de climatología adjunto.

Hidrológicos: presencia, nivel y caudal de aguas subterráneas, aportación y desagüe de aguas superficiales, escorrentía obtenida en el correspondiente anejo de hidrología.

Geotécnicos: naturaleza y condiciones de los suelos, posibilidad de corrimientos y erosión, permeabilidad. Esta información se puede obtener de los anejos geológico y geotécnico.

Se ha definido el tramo abordado en este proyecto considerando un comportamiento homogéneo, en relación con estos factores, a los que se pueda dotar de redes de drenaje superficial del mismo tipo al instalado actualmente el cual ha funcionado muy bien hasta el momento, aunque sus dimensiones serán revisadas a posteriori en este mismo anejo.

Se han elegido soluciones que, además de eficientes, son sencillas, robustas y de fácil mantenimiento para abaratar los costes de explotación.

3.2. PLATAFORMA

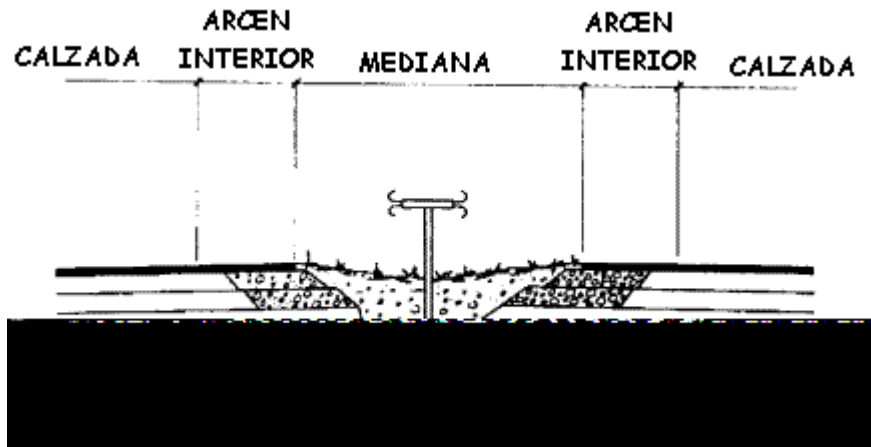
Al proyectar la sección transversal de la plataforma de la carretera, tanto en su geometría como en su constitución, se ha tenido en cuenta su red de drenaje superficial. La escorrentía superficial, en flujo difuso, será recogida y evacuada por caces y cunetas longitudinales que, al mismo tiempo, recogerán y evacuarán la de los márgenes de la carretera que desagüen hacia ésta.

La pendiente de la plataforma asegura el drenaje superficial del agua que caiga sobre la calzada y arcenes, de manera que su profundidad en flujo no rebasará el límite a partir del cual los neumáticos pueden disminuir su rozamiento por fenómenos de "aquaplaning", teniendo en cuenta la textura del pavimento y la velocidad de proyecto de los vehículos.

La línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no deberá tener una inclinación inferior al 0,5 por 100.

Para el caso abordado se há considerado tanto para la N12, como para la N14, dentro de la zona de influencia de la obra unos pendientes transversales lineales del 2,5%, que tanto para la velocidad de proyecto como por el trazado como por otras razones se considera un valor adecuado.

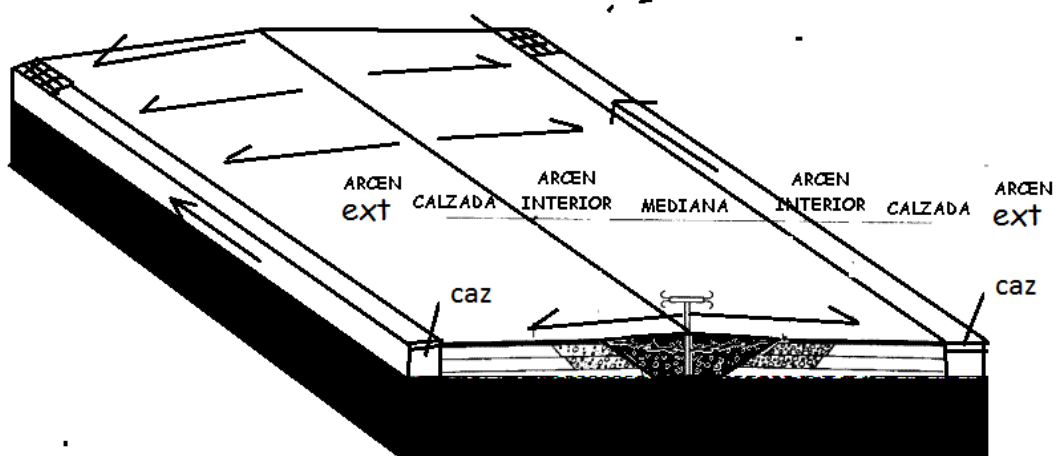
Mediana amplia en la N12



Además de a las necesidades de cada una de las plataformas, el drenaje superficial se ha adaptado al tipo de mediana, teniendo en cuenta la influencia sobre el diseño de ésta.

La implantación de una red de drenaje superficial en la mediana está especialmente indicada en tramos con peralte, sobre todo en los tramos anteriores y posteriores al tramo abracado en estudio (cabe destacar que el tramo abordado en este proyecto es de trazado recto y que no está peraltado). Los dispositivos de recogida del agua se situarán lo más lejos posible de los bordes de calzada, para evitar tener que reconstruirlos o recrecerlos al reforzarla.

La sección transversal de la carretera N12 drenará el agua tal y como se representa en la siguiente imagen:



3.3 DRENAJE DE LA OBRA DE PASO

Se evitará que el agua penetre por las juntas, utilizando modelos impermeables por todo el ancho del tablero y evitando el paso de corrientes importantes sobre ellas.

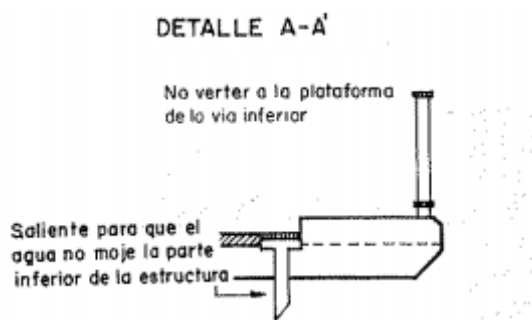
Se evitará que el agua escurra por los paramentos, disponiendo en éstos rebordes o goterones y, especialmente, encauzándola mediante bordillos y desaguándola cada 20 m, a través de sumideros colocados en el lateral del tablero.

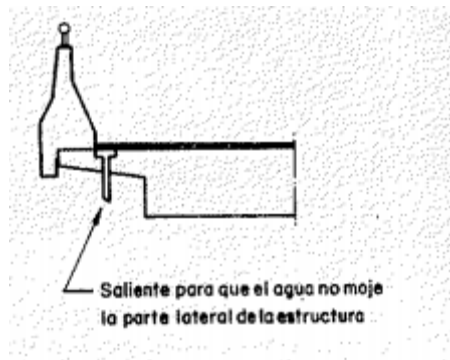
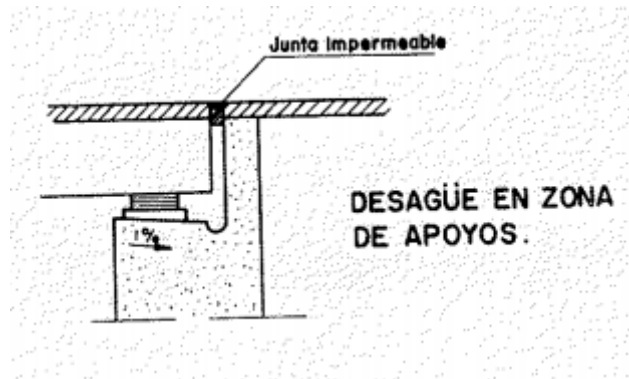
No deberán verterse aguas libremente a otras vías o zonas habitadas, exceptuándose caudales inferiores a unos 2 l/min, y siempre que no caigan directamente sobre calzadas. En todo vertido libre será preciso evitar daños por la caída del agua, protegiendo la zona de impacto - con la extensión adicional que pueda requerir la influencia del viento- y aumentando el número de puntos de vertidos para disminuir el caudal de cada uno de ellos. En el caso abordado se considera un total de 4 sumideros por tablero colocados en puntos estratégicos (ver planos) que respetan las consideraciones nombradas.

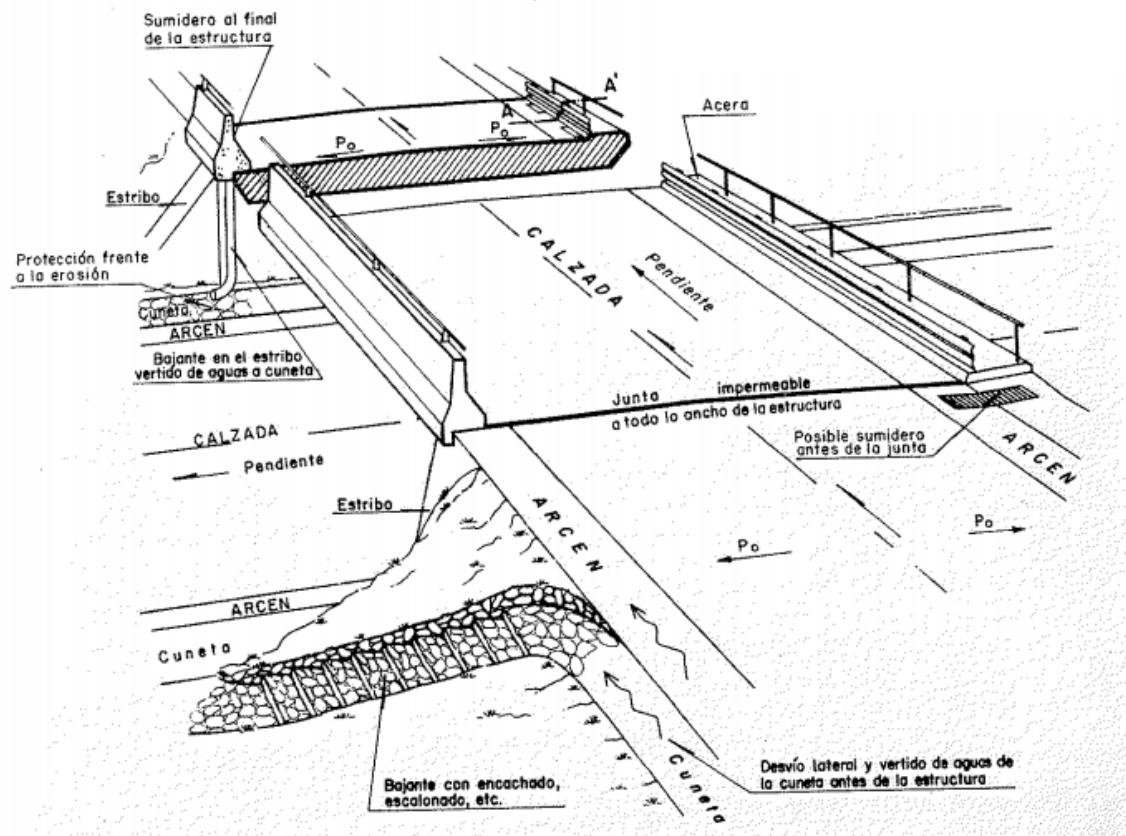
Los colectores serán conservados fácilmente a través de arquetas o puntos de limpieza ya que tienen un diseño poco propicio a atascarse o almacenar agua y no tienen puntos más bajos que los desagües. Los tubos son impermeables y duraderos, y tendrán 15 cm de diámetro. Los sumideros tendrán rejillas adecuadas para prevenir la entrada de residuos de tamaño excesivo, y se dispondrá de aliviaderos que permitan verter el agua libremente fuera del tablero si alguno de ellos se atascara.

Los colectores se dispondrán debajo de caces, bordillos o aceras, de modo que éstas se pueden levantar sin perjudicar a la estructura en caso de tener que arreglarlos; pero no se dispondrán a lo largo de vigas, pilas, ni otros lugares en que su eventual deterioro pueda perjudicar la estructura.

El colector que atraviesa la junta de la estructura permitirá sus movimientos relativos sin pérdida de su estanqueidad.

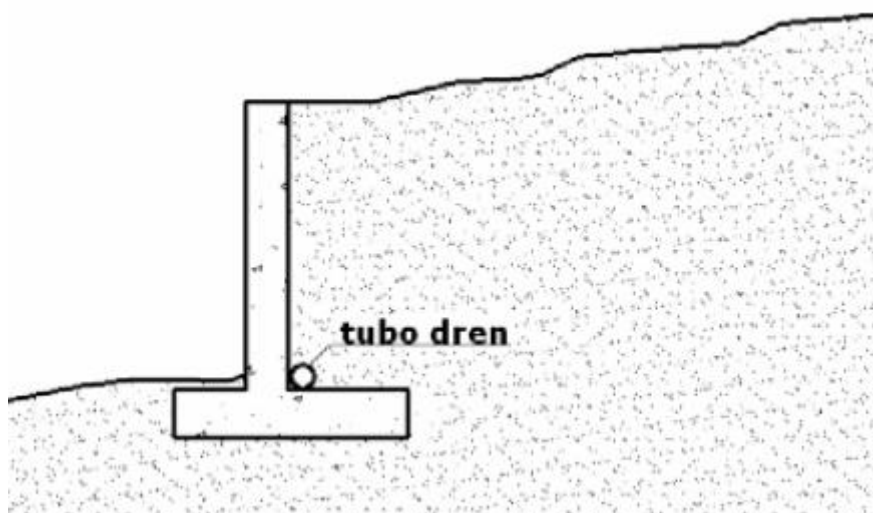






3.4 ESTRIBOS

En los estribos será preciso evitar que las aguas superficiales se infiltren por su trasdós y asegurar su evacuación. Esto se conseguirá mediante la utilización de tubos drenes.



El dren interior con desagües es una buena solución para este caso. El dren se coloca en la parte inferior del trasdós, con una ligera pendiente (1-2%) hacia las conexiones con el intradós

o a la red de evacuación (desagües) colocadas cada 20 m. Para el dren se puede utilizar material granular, una tubería de hormigón poroso o plástico ranurado para conducir el agua hasta el punto donde se vierte hacia el intradós o a la red de evacuación. En este caso se ha decidido dotar el sistema de drenaje del muro de un dren de hormigón poroso con un pendiente del 2% que atravesará el muro en toda su longitud. El agua será conducida a la red de evacuación.

Se debe evitar la colmatación de todo el sistema utilizando materiales que actúen como filtro.

Como el muro no es alto no es necesario el uso de drenes verticales que recojan el agua y la transporten hacia el dren inferior y después a los desagües.

Cabe indicar que los suelos quizás más críticos desde el punto de vista de la generación de presiones intersticiales de agua suelen ser los de permeabilidad media ya que los muy permeables drenan con facilidad sin generar empujes hidrostáticos significativos y los poco permeables se saturan con dificultad.

3.6 DISPOSITIVO DE RECOGIDA Y EVACUACION DE AGUAS

Condiciones generales

Al ser relativamente constantes la sección y pendiente de los dispositivos de recogida y evacuación de aguas, y ser su caudal de referencia aproximadamente proporcional a la longitud de carretera desaguada (contada desde el origen de la red), dicha longitud no podrá rebasar un cierto límite máximo sin que deje de cumplirse alguna de las condiciones expuestas y resulte necesario cambiar de sección o de pendiente, o desaguar a otro dispositivo o al punto de desagüe de la red.

Para cada una de las carreteras intervinientes en las obras se utilizarán dispositivos superficiales -caces y cunetas- cuyos costes de construcción y conservación son inferiores a los de los dispositivos enterrados (sumideros y colectores), y en caso alguno ni unos ni otros constituyen un peligro para los vehículos que los atraviesen al salirse de la plataforma ya que la cuneta queda por el exterior de las barreras de seguridad en el tramo abordado.

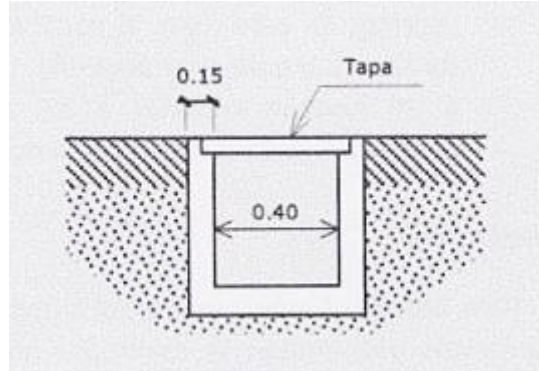
Si la capacidad de desagüe de los dispositivos superficiales se viera rebasada antes de llegar al punto de desagüe de la red, deberán complementarse por colectores a los que viertan a través de sumideros, aunque cabe destacar que esto no ha sido considerado.

A fin de conseguir economías por ejecución en serie o por prefabricación se han escogido dispositivos que pueden conservarse fácilmente, no causan riesgos a la circulación y son robustos.

- Caces

Un caz es una franja estrecha longitudinal, en forma de canal revestido de muy poca profundidad, y generalmente situada al borde de la plataforma. Junto a aceras o medianas elevadas el caz está limitado por un bordillo o barrera. En la siguiente figura se representa el modelo de caz escogido para el drenaje de la plataforma.

La capacidad de desagüe, tanto del cauce como de los sumideros a los que desaguan depende de la profundidad de la corriente. Ésta no puede ser muy grande sin recurrir a pendientes transversales peligrosas para la circulación sin admitir una excesiva anchura de la lámina de agua; por lo que es preciso desaguar el cauce a un colector, mediante una serie de sumideros aislados.



Cabe destacar que la carretera N14, actualmente, dispone de un sistema de drenaje transversal dotado de caces cuadrados de 25 x 40 cm. Dado que la superficie de la plataforma a drenar aumentará en un carril, los caudales a drenar serán mayores por lo que será necesaria una ligera modificación de la sección del cauce.

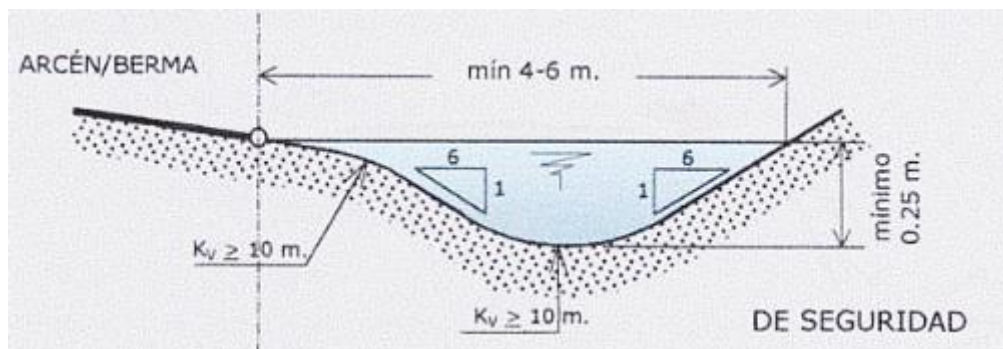
- Cunetas

Una cuneta es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma.

Actualmente las salidas de la carretera N14 hacia la N12 disponen de un sistema de drenaje a base de cunetas triangulares de 25cm de calado máximo y 2 m de ancho. Están dispuestas por la parte exterior de las barreras de seguridad, pero cabe señalar que en algunos casos se prolongan en rectas donde no hay barreras de seguridad suponiendo un peligro para los vehículos que puedan salirse de la calzada.

Por todo ello se ha decidido adaptarse a la norma y disponer, en dichos tramos, de cunetas con franqueamiento seguro del perfil.

La cuneta tendrá igual pendiente longitudinal que la rasante de la carretera, salvo que se estime necesario ceñirse más al terreno o modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe.



La elección se ha hecho basándose en los criterios siguientes:

Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto

- Se ha atendido a las condiciones de franqueamiento seguro del perfil transversal de la cuneta por los vehículos que se salgan de la plataforma. A estos efectos, se podrá considerar que se dan tales condiciones donde la inclinación de los taludes de la cuneta es inferior a 1/6 y sus aristas estén redondeadas con un radio mínimo de 10 m;
- Las dimensiones y pendiente longitudinal de la cuneta aseguran que, cuando desagüe el caudal de referencia se cumplan las condiciones citadas. Si fueran de temer efectos perjudiciales sobre el firme por infiltración de las aguas de la cuneta:
 - el nivel de la lámina libre no rebasa el de la explanada,

La necesidad de revestimiento será elevada ya que el proyecto se encuentra en una zonas de clima de lluvia suave y constante.

Se puede admitir que:

- la cuneta no es erosionada ya que su pendiente no rebasa el 4 %;
- no se producen sedimentaciones ya que la pendiente es inferior al 1 %.

Actualmente se dispone de este sistema de drenaje para las carreteras en estudio:



- caces rectangulares 25x40
- cunetas triangulares

- Sumideros o imbornales

Los sumideros o imbornales permiten el desagüe de dispositivos superficiales de drenaje (caces o cunetas), al exterior (imbornales del puente) o a un colector (sumideros). El sumidero

puede ser continuo o aislado y, en este último caso, se pueden distinguir los de tipo horizontal (desagüe por su fondo), lateral (desagüe por su cajero) y mixto. Cada sumidero aislado deberá tener debajo una arqueta de la que pasará el agua al colector. Donde ésta pueda disponerse debajo de la arqueta se podrá simplificar ésta, asegurando la continuidad de aquél.

Actualmente, los caces y cunetas dispuestos en los laterales de las vías en estudio, vierten el agua a los colectores ya explicados en el correspondiente “anejo de hidrología” mediante sumideros con rejas metálicas a partir del ensamblaje de barras de acero corrugado de 20 mm de diámetro que están dispuestos en los puntos bajos.

En la siguiente figura se puede observar la situación de dichos sumideros:

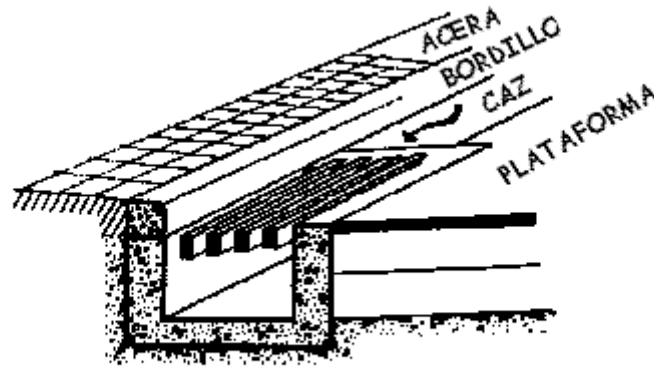


— sumideros

El tipo y el diseño de los sumideros e imbornales, aun antes que las consideraciones hidráulicas, tiene en cuenta la seguridad de la circulación y el peligro de su obstrucción por basura procedente de la plataforma.

Los sumideros aislados situados en puntos bajos son del tipo horizontal, que tienen mayor capacidad de desagüe que los laterales, aunque pueden obstruirse más fácilmente. Para evitar la formación de balsas si se obstruyeran, deberá disponerse otro sumidero aguas arriba, a 5 cm por encima de ellos.

Su capacidad de desagüe aumenta con su longitud y con la profundidad de la corriente, y por tanto con su pendiente transversal: pero un aumento de la velocidad del agua (debido a una fuerte pendiente longitudinal) disminuye esa profundidad.



EN BORDILLO

Para que el sumidero horizontal pueda interceptar todo el caudal que pase sobre él será necesario que la longitud libre L (cm) de las barras -donde éstas sean paralelas a la corriente- no sea inferior a la dada por la fórmula:

$$L = 9 \cdot (H+D)^{1/2} \cdot V < 30 \text{ cm}$$

siendo:

- H (cm): la profundidad del agua sobre las barras.
- D (cm): el canto de una barra.
- V (m/s): la velocidad del agua en el caz o cuneta.

Los sumideros situados en la plataforma no perturban la circulación sobre ella, por lo que:

- Se disponen en el borde de la plataforma, y no en su interior.
- Su superficie es regular y deberá cuidarse el acabado del firme o zona contigua, de modo que el agua no pase al lado del sumidero sin entrar en él.
- No constituye un peligro para los vehículos de dos ruedas: la anchura del sumidero continuo no deberá exceder de 4 cm, y la separación entre barras de rejilla se atenderá a la Norma UNE 41-300 (EN 14)
- La rejilla será difícilmente movable y tendrá buen asiento; deberá tener la resistencia necesaria para soportar a los vehículos que pasen sobre ella (Norma UNE 41-300 (EN 14)).

Como no resulta probable el paso de vehículos sobre el sumidero se dispondrán depresiones y planos inclinados para facilitar el encauzamiento del agua, los cuales podrán ser tanto más acusados cuanto menor sea la probabilidad de paso de vehículos.

- Colectores

Generalidades

En el anejo de "hidrología" se da detalle de la disposición actual de los colectores. Estos elementos no serán modificados ya que hasta el momento han funcionado bien y sus caudales no van a ser incrementados debido a las obras de ampliación de la carretera, por lo que solamente se citarán las especificaciones de dichos elementos y se calculará la capacidad de desagüe de cada uno de ellos para demostrar que es mayor que el caudal a desaguar para una

avenida con período de retorno de 100 años, tal y como especifica la instrucción 5.2 para carreteras de las características de la N12 y N14, objeto de estudio en este proyecto.

Los colectores son formados por tubos de: piezas prefabricadas de hormigón.

En el Pliego de prescripciones técnicas particulares se explica el tipo de junta a emplear entre tubos contiguos o entre éstos y sus extremos o arquetas, y para cada tipo de tubo, las características de su asiento, espaldones y recubrimiento. Los tubos rígidos van apoyados sobre una cama de hormigón. Los tubos rígidos van apoyados sobre una superficie apisonada y limpia, como una cama de hormigón.

El recubrimiento de los tubos es suficiente para evitar daños en ellos al paso de la circulación, considerando también el paso provisional de vehículos de obras. Los colectores tienen 70 cm de diámetro.

Se ha considerado la posibilidad de formación de depósitos calizos u otros, así que se ha dejado previsto el colector para su limpieza con agua a presión.

- **Resistencia a presión e impermeabilidad**

Se especifica en el Pliego de prescripciones técnicas particulares la presión que debe resistir el colector. Y se especificará la impermeabilidad del tubo y de sus juntas.

- **Resistencia mecánica**

La resistencia mecánica del colector se adaptará a las cargas de construcción y de servicio, distinguiendo entre los casos en que las resista por sí solo y aquéllos en que sirva solamente de encofrado perdido al hormigonado de la zanja en que va alojado.

- **Arquetas**

Se dispondrán las arquetas necesarias para poder asegurar la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe. Las arquetas permiten su fácil limpieza, sobre todo de los que atraviesen la carretera; a este efecto, su distancia no excede los 50 m, salvo donde los equipos de limpieza disponibles permiten alcanzar distancias mayores.

Se disponen arquetas especialmente en puntos tales como sumideros, confluencia de tubos, dispositivos de ruptura de carga, desagües por infiltración al terreno en el trasdós de los estribos, etc. Se proscriben las arquetas ciegas o no registrables.

Las dimensiones mínimas de la arqueta en planta, si su profundidad no excede de 1,5 m, serán de 80 cm (en el sentido de la corriente) por 40 cm. La tapa deberá tener un diámetro mínimo de 80 cm, y su menor dimensión interior no deberá ser inferior a 1 m.

El fondo de la arqueta deberá adaptarse a las necesidades hidráulicas y, en su caso, de visitabilidad. Se deberá asegurar la continuidad de la corriente de agua que atraviese las arquetas, para evitar pérdidas de carga. Se dispondrán areneros donde sea necesario; caso de no existir, la salida de las aguas de la arqueta se dispondrá de modo que se arrastren los sedimentos.

La embocadura de la arqueta será diseñada de modo que quede bien enrasada con el firme o zona adyacente, sin sobresalir de ella. Soporta adecuadamente la tapa o rejilla, dispuesta de modo que no presente problemas a la circulación por encima de ella, y que resista una rueda de 60 KN aplicada sobre un área cuadrada de 625 cm². Se tomarán precauciones para evitar su robo o desplazamiento, por su peso o materiales.

- Bajantes

Las bajantes revestidas en las que el agua discurre a gran velocidad no tendrán quiebros para evitar la formación de saltos de agua o de ondas, o el arranque del quiebro. Puede resultar conveniente escalonar su perfil.

4. DRENAJE DE LA PLATAFORMA Y MÁRGENES, CAPACIDAD DE DESAGÜE

4.1 INTRODUCCIÓN

En todo punto de la red de drenaje superficial de la plataforma y sus márgenes se cumple que, para el caudal de referencia a él correspondiente, tanto el calado como la velocidad de la corriente a él asociada respetan las limitaciones funcionales exigidas en el apartado 1.2. de la IC 5.2 de “drenaje superficial”.

En relación con la capacidad de desagüe, se distingue entre elementos lineales (caces, cunetas y colectores) y elementos puntuales (sumideros e imbornales). En los primeros resulta determinante el rozamiento con las paredes del cauce o conducto, y se aplica la fórmula de Manning-Strickler. Los segundos se asimilan a vertederos u orificios, según el caso.

La red de drenaje superficial, los calados de los elementos contiguos resultan compatibles ya que las insuficiencias de capacidad de desagüe de unos repercuten en aumentos del calado en otros.

4.2. ELEMENTOS LINEALES

Fórmula de Manning-Strickler

Se ha estimado la capacidad de desagüe en los elementos donde la pérdida de energía es debida al rozamiento con cauces o conductos de paredes rugosas en régimen turbulento mediante la fórmula de Manning-Strickler:

$$Q = V \cdot S = S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2} \cdot K \cdot U$$

siendo:

- V: la velocidad media de la corriente.
- Q: el caudal desaguado igual al caudal de referencia.
- Variables con el calado
 - S: el área de su sección
 - R = S/p su radio hidráulico, variables con el calado.
 - p: el perímetro mojado.

- J: la pendiente de la línea de energía. Donde el régimen puede considerarse uniforme, se toma igual a la pendiente longitudinal del elemento, igual al 2,5%.
- K: un coeficiente de rugosidad, dado por la tabla 4.1, igual a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.
- U: un coeficiente de conversión, que depende de las unidad en que se miden Q, S y R, dado por la tabla 4.2. e igual a 1 en este caso

Tabla 4.1
Coeficiente de rugosidad K ($\text{m}^{1/3}/\text{s}$) a utilizar en la fórmula de Manning-Strickler

En tierra desnuda:	Superficie uniforme	40-50
	Superficie irregular	30-50
En tierra:	Con ligera vegetación	25-30
	Con vegetación espesa	20-25
En roca:	Superficie uniforme	30-35
	Superficie irregular	20-30
Fondo de grava:	Cajeros de hormigón	50-60
	Cajeros enchachados	30-45
Encachado		35-50
Revestimiento bituminoso		65-75
Hormigón proyectado		45-60
Tubo corrugado :	Sin pavimentar	30-40
	Pavimentado	30-50
Tubo de fibrocemento :	Sin juntas	100
	Con juntas	85
Tubo de hormigón		60-75

Tabla 4.2
Coeficiente de conversión

Q	S	R	U
m ³ /s	m ²	m	1
			1.000
l/s	dm ²	dm	464.159

Como el pendiente J es superior al 0,5 por 100, podrá admitirse que la sección más desfavorable del elemento -donde el calado resulta mayor- es la de aguas abajo.

La capacidad de desagüe de los caces que hay dispuestos actualmente es de 0.22 m³/s según la fórmula de Manning.

- Caces y cunetas empleados

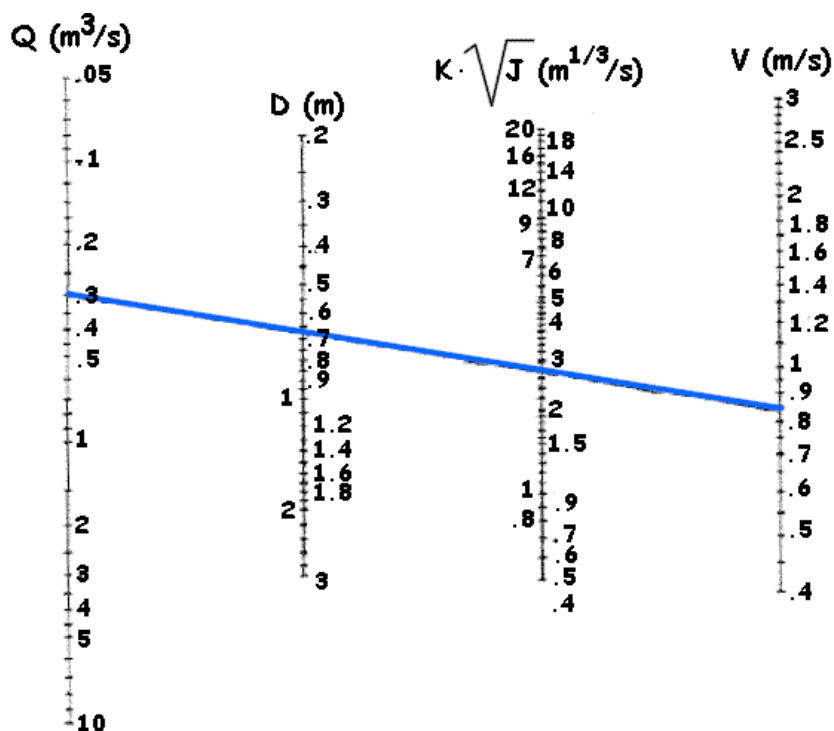
En el Anexo 1 figuran los ábacos empleados para determinar las capacidades de desagüe de los diversos tipos de caces y cunetas de este proyecto, según la fórmula de Manning-Strickler.

- Colectores

Se ha supuesto que el conducto es único aunque en realidad son dos conductos paralelos en ambos laterales de las calzadas, cada tubo recoge el agua que cae sobre su propia calzada más la mitad del agua proveniente de la mediana, ya que esta es abombada. Como la distribución de la corriente es uniforme se puede aplicar el mismo método a la fracción del caudal que pase por cada uno.

Al ser este un caso normal, se ha admitido que la capacidad de desagüe de un colector corresponde a su funcionamiento a sección llena sin entrar en carga, con J igual a la pendiente longitudinal del colector.

Para simplificar el cálculo de tubos puede utilizarse el nomograma de la siguiente figura



En el que se ha obtenido una capacidad de desagüe de 0.8 m³/s, superior al caudal a desaguar para una avenida con período de retorno de 100 años en la zona de influencia de la obra, en la intersección de las carreteras N12 y N14.

4.3 SUMIDEROS E IMBORNALES

En puntos bajos, tal y como se ha comentado en apartados precedentes, habrá un total de dos sumideros colocados en puntos bajos con cambio de rasante (acuerdos cóncavos).

La capacidad de desagüe en dichos sumideros es mayor a dos veces el caudal de referencia en previsión de obstrucciones y perturbaciones del flujo.

- Sumidero lateral

Se aplica la fórmula del vertedero:

$$Q \text{ (l/s)} = L \cdot H^{3/2} / 60$$

siendo:

- H (cm): la profundidad del agua desde el borde inferior de la abertura, medida en su centro.
- L (cm): la anchura libre.

5. DRENAJE TRANSVERSAL

La presencia de una carretera interrumpe la red de drenaje natural del terreno (vaguada, cauces, arroyos, ríos). El objeto principal del drenaje transversal es restituir la continuidad de esa red, permitiendo su paso la carretera en condiciones tales que se cumplan los criterios funcionales descritos.

También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes. Si estuvieran muy alejadas entre sí, podrá ser necesario disponer obras de drenaje transversal para ese desagüe, siempre que se le pueda dar salida.

Cabe destacar que el presente proyecto no interrumpe en la red de drenaje natural del terreno, y como se ha podido comprobar en el correspondiente anejo de hidrología- no es necesario el diseño de ningún tipo de drenaje transversal, y que con los elementos definidos con anterioridad- caces en la N12 y cunetas franqueadas en la N14 y sus incorporaciones a la N12- el drenaje de las plataformas, la mediana y los márgenes que vierten sobre los elementos queda garantizado para una avenida con un periodo de retorno asociado a 100 años tal y como exige la instrucción.

Anejo 7

Estudio de Impacto Ambiental

Índice

1. Introducción.....	3
2. Objetivos del Proyecto.....	3
3. Breve descripción del Proyecto.....	4
4. Caracterización sumária del ambiente en el Área del Proyecto.....	8
5. Principales Impactos Ambientales y medidas de control.....	10
6. Consideraciones finales.....	14

1. INTRODUCCIÓN

Este documento, presenta de forma clara, simple y concisa los principales aspectos considerados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) en lo que respecta al proyecto de Ampliación de la carretera N14 en su intersección con la N12 en fase de Proyecto de Ejecución, realizando las informaciones, conclusiones y recomendaciones más relevantes para la correcta realización del proyecto en cuanto a criterios ambientales.

Para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, el cual representa un trabajo pluridisciplinar, el proyectista hipotéticamente movilizó un equipo de técnicos especialistas, compuesta por diversos colaboradores con experiencia en este tipo de estudios, así como consultores, colaboradores externos y empresas especializadas en los temas del medio ambiente.

El EIA fue desenvuelto en consonancia con el cuadro legal vigente, expresamente el Decreto-Ley n.º 69/2000, de 3 de Mayo, que establece el régimen jurídico de la Evaluación del Impacto Ambiental (AIA) en Portugal, así como la Ordenanza nº 330/2001, de 2 de Abril, que define la estructura de los documentos que componen el EIA.

Se tuvieron en cuenta las bases anexionadas al Decreto-Ley nº 294/97 de 24 de Octubre, con las alteraciones que le fueron introducidas por los Decretos-Ley nº 287/99 de 28 de Julio y 314-A/2002, de 26 de Diciembre, los cuales se refieren al contrato de la construcción.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El tramo “N14a-N14-b” ha sufrido un considerable incremento en los volúmenes de tráfico usuario potencial de la vía, desde su entrada en explotación el 20 de Marzo de 1989.

Teniendo en cuenta el aumento significativo del parque automóvil nacional y el volumen de tráfico actualmente usuario del tramo, se justifica la necesidad de la respectiva ampliación y beneficiación, en el seguimiento del sucedido en el tramo anterior de la N14-b, entre la ciudad de Oporto y Aguas Santas.

El proyecto en análisis tiene, así, como objetivo fundamental promover la mejoría del actual nivel de servicio, a través de la ampliación de la plataforma de la carretera para 2x3 vías y la beneficiación de las condiciones actuales de los órganos de drenado transversal y longitudinal, en el tramo comprendido entre el tramo “N14a y el N14-b”.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Localización

El tramo “N14a-N14-b” se sitúa en la Región Norte del País, en el distrito de Oporto y atraviesa el municipio de Porto en casi toda su extensión.

El tramo “N14a-N14-b” está implantado en las parroquias de Pedrouços, Aguas Santas, Milheirós y S. Pedro Fines, del municipio de Oporto, pero presenta un corto tramo de 200 m de extensión que intercepta una pequeña área de la parroquia de Ermesinde.

Perfil Actual del Tramo

El perfil transversal tipo existente en el actual tramo es constituido por 2x2 vías, con una anchura total de 26,0 m, presentando las siguientes características:

- dos franjas de rodaje con 7,00 m por sentido, con dos vías de 3,50 m cada una;
- dos bermas derechas con 2.5 m de anchura cada;
- dos bermas izquierdas con 1,0 m de anchura cada;
- una pestaña céntrica reelevado con 4,00 m de anchura.

Intervención Propuesta en el Tramo

La ampliación del tramo para 2x3 vías consiste en una alteración de la plataforma rodoviária de 7,00m para 32.5 m, o sea, en sección corriente el aumento de la plena vía será de 7.5 m.

La solución prevista en el proyecto consiste en una ampliación parcial para el interior, con la sustitución de la actual pestaña céntrica de 4,00 m de anchura por una pestaña del tipo “New-Jersey”, de 0,60 m de anchura, lo que permite un aumento de 3,40 m. La restante ampliación, de 5,20 m, será hecho para el exterior de la plataforma actual, a la cuesta de un aumento de la zona terraplenada y de algunas estructuras de soporte.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

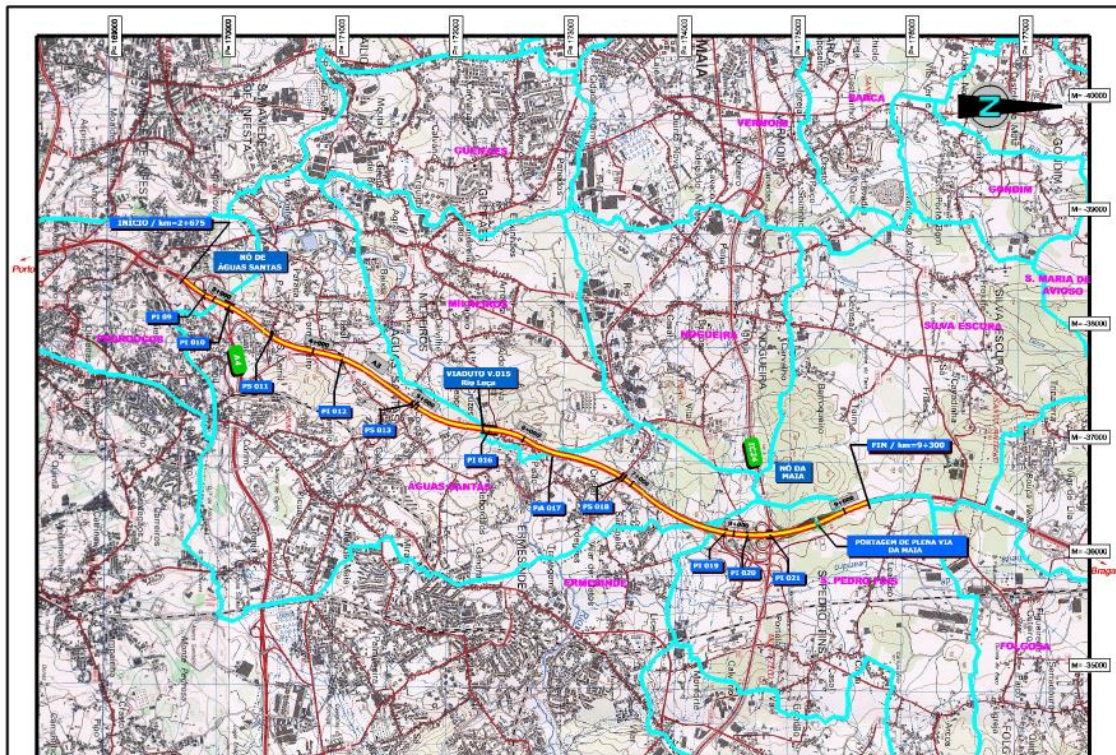
FIGURA 1



PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
Escala: 1:350 000

Escala 1:350000
Figura 1 – Planta de Localização

FIGURA 2



Escala 1:25000
Figura 2 – Saboteo Corográfico
Freguesias atravessadas pelo Bubiampo

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

El perfil transversal tipo a implantar tendrá 2x3 vías, con una anchura total de 32.5 m, y presentará las siguientes características:

- dos franjas de rodaje con 10.5 m por sentido, con tres vías de 3,50 m cada una;
- dos bermas derechas con 3.5 m de anchura cada, de los cuales 2.5 m son pavimentados y 1 m no pavimentados, para implantación del equipamiento de seguridad;
- dos bermas izquierdas con 1,00 m de anchura cada;
- pestaña céntrica con 0,60 m de anchura, del tipo New-Jersey.

En la intersección con la N12 que es hecha por medio de una obra de paso, se prevé la necesidad de ampliar el tablero, pues la anchura de la actual plataforma no soporta la introducción de los nuevos carriles en las vías.

Este proyecto contiene en el anejo de estructuras todos los diseños (con los correspondientes cálculos referentes a la obra de paso a construir)

Cuatro Pasajes Inferiores existentes serán ampliadas. Cabe destacar que este proyecto no aborda las otras tres.

En el caso de los Pasajes Superiores, se prevé la necesidad de demoler la obra de paso (km 3+390), la cual será substituida por otra compatible con la futura plataforma de la carretera.

En cuanto a los colectores hidráulicos, cuatro necesitan ser prolongados, en función del perfil transversal propuesto en el proyecto de ampliación, y otras tantas serán duplicadas.

En el ámbito del proyecto de ampliación del tramo “N14a-N14-b” se prevé la reformulación y ampliación de esta carretera, permitiendo así una mayor fluidez del tráfico. Además serán redistribuidas por la barrera actual las diversas vías de entrada y salida, en función del tráfico futuro.

Nudo de Aguas Santas

El Nudo de Aguas Santas hace la interconexión de la Autopista A3 con la Autopista A4. Se prevén pequeñas alteraciones tanto en la directriz, como en el perfil longitudinal, en el inicio del Tramo “C” y en el fin del Tramo “D”, a causa de la introducción de las terceras y cuartas vías. El perfil transversal de los tramos de las carreteras se mantienen igual al existente.

Nudo de Maia

El Nudo de Maia establece la conexión de la Autopista A3 con el Itinerario Complementario nº 24 (IC 24). Este nudo es constituido por 11 tramos.

Serán hechos pequeños ajustes tanto en la directriz, como en el perfil longitudinal del inicio de los Ramos “C,” H” e “I”, y del fin de los Ramos “A,” G” y “J”, debido a la introducción de las terceras y/o cuartas vías. En el tramo abordado en este proyecto el total de vías, como ya se ha dicho, son tres.

El perfil transversal de los ramos de los nosotros será igual al existente, con excepción del ramo C, que pasará a tener dos vías.

Obras de Contención

De modo a evitar la expropiación y demolición o desvío de determinadas infraestructuras, expresamente edificações, infraestructuras rodoviárias y apoyos de la red eléctrica, localizadas en la cresta o en el pie del talud, se prevé la construcción de las siguientes obras de contención:

- Muro M1 - km 4+035 a 4+065 en el sentido S/N;
- Muro M2 - km 5+825 a 5+950 en el sentido N/S;
- Muro M3 - km 5+863 a 5+925 en el sentido S/N;
- Muro M4 - km 6+075 a 6+175 en el sentido S/N;
- Muro M5 - km 6+825 a 7+050 en el sentido S/N;
- Muro M6 - km 6+975 a 7+125 en el sentido N/S;
- Muro M7 - km 7+310 a 7+340 en el sentido S/N;
- Muro M8 - km 8+475 a 8+513 en el sentido S/N;

En el tramo abordado en el proyecto no hay la necesidad de expropiar ni de construir muros, ya que los terrenos dentro de la zona de influencia de la obra son públicos tal y como se observa en los planos de ordenamiento en el documento de Planos.

Restablecimientos

Así como se ha indicado anteriormente, de forma a asegurar las accesibilidades existentes, se consideró principalmente la reformulación del restablecimiento de la EN 551 (PS011), denominado restablecimiento 011.

La zona a reformular tiene cerca de 183 m de extensión y corresponde casi en su totalidad a la zona de la PS011.

Durante el periodo de reformulación de la PS011, el tráfico de la EN551 será desviado para la EN208 (PI012).

Terraplenages

En términos de movimiento de tierras, se estima un volumen de cerca de x m³ de excavación y cerca de 35 000 m³ de relleno, por el que existirá un exceso de cerca de x de tierras para llevar a depósito.

Pavimentación

El proyecto prevé la utilización de pavimento no drenante.

Expropiaciones

No se prevee expropiar ningún terreno, tal y como se indica en el correspondiente anejo.

Tráfico

El tráfico medio diario anual previsto para el tramo varía entre 28000 y 30000 vehículos por calzada y día.

Duración Prevista de las Fases de Construcción y Explotación del Proyecto

Para la ejecución de las obras de ampliación del tramo se prevé una duración de 8 meses, con el inicio probable de los trabajos en el segundo semestre de 2014

De este modo, se estima que el inicio de la explotación del tramo, ya ampliado y acondicionado, pueda tener lugar en el año 2015

Relativamente al periodo de funcionamiento del tramo, se estima que este tramo estará en explotación durante 50 años, en el cual se prevé que venga a necesitar solo de intervenciones de mantenimiento.

4. CARACTERIZACIÓN SUMÁRIA DEL AMBIENTE EN EL ÁREA DEL PROYECTO

El sumaría que se pretende ampliar y beneficiar se localiza en la Región Norte del País, en el distrito de Oporto y está implantado casi íntegramente en el municipio.

El clima en la región es clasificado como revenido, con nítida influencia atlántica, no siendo el Verano muy caliente, ni el Invierno muy frío.

Bajo el punto de vista geomorfológico, los terrenos atravesados por la carretera presentan un relieve poco accidentado, caracterizado por elevaciones suaves y relativamente redondeadas, separadas por líneas de agua poco encajadas.

La red hidrográfica del área del proyecto pertenencia a la cuenca del cartes y constituye una red de drenado del tipo ortogonal. Con excepción del río Duero, que corre en valle algo encajado, las líneas de agua atravesadas, de características claramente secundarias, se insertan en valles bastante abiertos y son generalmente poco extensas.

Por lo que se refiere a la litología, el tramo en estudio se desenvuelve esencialmente sobre formaciones graníticas, que constituyen el sustrato rocoso sobre el cual asientan depósitos modernos de cobertura y que resultaron de la erosión de los macizos cristalinos.

Los suelos en el área atravesada por el tramo son esencialmente suelos poco evolucionados, formados a partir de los granitos. En los márgenes de las líneas de agua, en especial del río, existen aún suelos de aluviales.

La aptitud de la tierra en el área del proyecto es principalmente condicionada por el relieve y declive del terreno, siendo las características y naturaleza de los suelos poco limitantes de su aptitud. En las zonas de relieve ondulado suave, la aptitud es considerada marginal para usos agrícolas y elevada para explotación forestal. En las zonas planas o muy suavemente

onduladas, con declive en general inferior a 5-6%, los suelos dominantes no presentan prácticamente limitaciones para usos agrícolas o forestales.

En cuanto a los recursos hídricos, el tramo de la N14 se inserta, como se comentó, en la bacía hidrográfica del Cartes aunque sean también interceptadas otras líneas de agua de reducida dimensión, en su mayoría pluviales.

Con base en los datos de calidad del agua disponibles para las estaciones del Servicio Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH/INAG) existentes en el río, se constata que la calidad del agua de este río empeora considerablemente a lo largo de su curso, del para la desembocadura, presentando una fuerte contaminación bacteriológica, concentraciones elevadas de azoto amoniacal y fosfatos en las estaciones más próximas de la desembocadura y una elevada carga orgánica, lo que revela la existencia de gran polución en el río.

Relativamente a las aguas subterráneas de esta zona, son clasificadas genéricamente como muy débilmente mineralizadas, muy débilmente cloradas, débilmente sulfatadas y, en términos de dureza, como blandas.

En términos ecológicos, puede considerarse el área del proyecto como una zona de características urbanas o periurbanas. En esta región no se encuentra clasificada cualquier área, en el que respeta a los valores florísticos o faunísticos. El área clasificada más próxima corresponde al Sitio de Valongo, que se sitúa de más de 10 km, fuera del área de influencia del proyecto.

El área posee un valor bajo en el contexto regional, tanto para la fauna como para la flora. A nivel de la vegetación, aunque el valor global sea bajo, debe recalcarse el biótomo ripícola en el entorno del río, que a pesar del curso de agua está muy contaminado, revela en sus márgenes un desarrollo exuberante de la vegetación. El bajo valor faunístico es debido esencialmente al elevado grado de fragmentación del territorio y a los elevados niveles de perturbación ambiental, causada por la actividad humana.

Relativamente al paisaje, el área del proyecto tiene como principales características la fuerte influencia atlántica, el predominio de tierras bajas, la ocupación de su territorio desde tiempos remotos y la presión demográfica a que siempre estuvo sujeta y en la cual la ciudad de Oporto funciona como centro polarizador.

De hecho, es un paisaje profundamente humanizado, marcado por el trabajo del Hombre a lo largo de los tiempos, puesta de manifiesto por la policultura y agricultura intensiva y por los aglomerados urbanos.

El tipo de ocupación del suelo tradicional de la zona norte del tramo proyectado con población dispersa, terrenos de cultivo bosques y pinares Cabe señalar también el área ocupada por terrenos incultos y pastizales naturales.

En su conjunto, este paisaje puede ser considerado de calidad visual media, dada la diversidad de situaciones que aún abarca, pero que tiende rápidamente para una calidad visual baja con la progresiva construcción masiva y desordenada a la que se ha sometido.

La calidad del aire en la zona de influencia del proyecto, aunque se encuentre potencialmente presionada por la situación regional (Área Metropolitana de Oporto) donde el aumento de la industria y del crecimiento urbano (y consecuentemente de la circulación rodoviária) son expresivos, no registra en términos regionales condiciones preocupantes de degradación, aunque en el tramo de la N14 en estudio, la calidad del aire sufre ya la actual presión decurrente de las emisiones atmosféricas generadas por el tráfico en la red viaria existente.

El ambiente sonoro de la zona envolvente del tramo de la N14 presenta una perturbación significativa resultante del flujo automovilístico, intenso, regular y con el pasaje de vehículos pesados que circula en ella.

Del punto de vista de la sócioeconomía, se constata que, en la década de 90, ocurrió un crecimiento generalizado de la población en toda la región. Este hecho resultó del efecto polarizador que el área Metropolitana de Oporto (AMP) ejerce sobre toda la región Norte. Como resultado de esta atracción, se ha asistido a un proceso creciente de concentración urbana y de actividades económicas en el área de influencia del proyecto.

Efectivamente, se observan en los alrededores del área de proyecto tendencias para la concentración poblacional, asociadas a las ganancias de accesibilidad decurrente de la N12, particularmente en las zonas de Pedrouços y Aguas Santas. Además de eso, es visible una enorme diseminación de instalaciones y fábricas, sin criterio aparente en la selección de los lugares de inserción. El mismo se refleja, a veces, en la creación de áreas urbanas descaracterizadas y desqualificadas, que abundan sobre todo en el área sur de la zona en estudio.

Relativamente al ordenamiento del territorio, inciden en el área de interés del proyecto varias figuras de planificación, especialmente los Planos Directores Municipales de Porto y de Valongo, en que se encuentran definidas diversos condicionantes al uso del suelo, servidumbres y restricciones Nacional, del Dominio Público Hídrico, de servidumbre rodoviária, líneas eléctricas, etc. Dichos documentos se han incluido en el documento de Planos.

Entre los elementos del patrimonio cultural situados en el entorno del tramo, se destacan la iglesia del Pazo y la iglesia de Aguas Santas, ambas de origen medieval, estando la segunda clasificada como monumento nacional.

5. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE CONTROL

La evaluación ambiental pretende identificar y analizar las potenciales afectaciones asociadas a la construcción y explotación de una determinada obra, de forma a proponer, siempre que sea posible, acciones y/o medidas capaces de evitar, aminorar o compensar esos efectos.

En este apartado, se presenta un resumen de los impactos considerados más significativos, una vez se ha hecho el estudio profundizado y sistematizado de los varios aspectos ambientales. Todo ello se encuentra desenvuelto en el presente EIA.

Del análisis de los principales impactos en los factores físicos del ambiente, hay que mencionar a los impactos en la geología/geomorfología, esencialmente los asociados a los movimientos de tierras y de las excavaciones que tendrán lugar en la fase inicial de la ampliación de la vía. Estos impactos, aunque negativos, serán de muy corta duración y poco significativos, dado la pequeña dimensión de las excavaciones a ejecutar, la pequeña área de intervención y el carácter puntual de la acción de desmonte/terraplen. Sin embargo, deberán ser adoptadas por el contratista las necesarias medidas de precaución con la finalidad de minimizar los efectos asociados a la generación de vibraciones y ruido.

En lo que se refiere a los suelos, se verifica que ocurrirá fundamentalmente un efecto negativo, pero poco importante en el conjunto de la región, resultante de la ocupación de una área de aproximadamente xxx ha, necesaria a la ejecución de la ampliación de la vía. Sin embargo, se prevé que no sea afectada cualquier área de suelos pertenecientes a la Reserva Agrícola Nacional.

En relación a los recursos hídricos, y teniendo en cuenta que el actual proyecto no implica alteraciones sensibles en la morfología existente y que todas las líneas de agua interceptadas por el trazado fueron ya debidamente restablecidas a través de pasajes hidráulicos (durante la construcción del tramo), no se esperan impactos negativos importantes en los aspectos cuantitativos de estos recursos.

En el que respeta a la calidad del agua, los impactos en la fase de construcción estarán, esencialmente, relacionados con las actividades de instalación de obra, los terraplenes, la apertura de accesos y la circulación de maquinaria y vehículos de la obra. Durante la fase de explotación, serán resultantes principalmente de situaciones de polución accidental o crónica. Después del análisis de los factores mencionados, puede afirmarse que los impactos esperados, en ambas fases del proyecto, serán negativos, pero en general de magnitud reducida y poco importantes. Pero, se prevé, con base a las hipótesis efectuadas, que se produzca un aumento expresivo de hidrocarburos en medio hídrico, en resultado del previsible aumento del tráfico rodoviário, impacto que se hará sentir, sin embargo, independientemente de la realización del proyecto.

La minimización de los impactos en la calidad del agua, principalmente, por la elección criteriosa de los lugares de establecimiento de la obra (barracones,...) y otras áreas de apoyo a la obra, así como por la implementación de los procedimientos de gestión ambiental de esas áreas y aún del plan general de monitorización propuestos en este proyecto.

Relativamente a los aspectos ecológicos, los impactos previstos son debidos principalmente a la afectación y/o alteración del cubierto vegetal y hábitats de la fauna, decurrente de los trabajos de desmonte, movimientos de tierras y ensanchado de accesos. En el cómputo general, se considera que los impactos sobre la flora y la fauna serán negativos, pero poco significativos o incluso insignificantes. En las zonas más sensibles, en particular en el cruce con el puente en estudio no son de esperar igualmente daños relevantes en la vegetación, ya que el pasaje en esta zona se procesa por medio de un viaduto (ya existente).

La minimización de este tipo de impactos se realiza básicamente con el cumplimiento de las medidas cautelares previstas en este proyecto y de las directrices para el estudio de localización de los establecimientos, barracones y otras áreas de apoyo a la obra, indicadas en el correspondiente apartado.

En cuanto a los impactos en el paisaje, y teniendo en consideración que se trata de una infraestructura ya existente, implantada en el territorio hace más de tres décadas, no son de esperar también impactos significativos en este aspecto. El principal efecto negativo consistirá en la afectación del cubierto vegetal existente en los taludes (de duración temporal) y en la pestaña céntrica (de carácter permanente), pero que puede ser minimizado a través de la implantación de un nuevo revestimiento vegetal en los taludes, conforme especificado en el apartado de paisajismo de este proyecto.

De los varios impactos susceptibles de ocurrir en el uso actual del suelo, provocados por la ampliación y beneficiación del tramo en estudio, merece ser comentada sobre todo la ocupación irreversible de terrenos agrícolas y forestales en el tramo norte, aunque no es abordado en este proyecto. Atendiendo, sin embargo, a la reducida área a inutilizar, se considera este impacto negativo, de pequeña magnitud y poco significativo o incluso insignificante para la región.

Los principales impactos esperados en la calidad del aire estarán asociados a las emisiones de materiales particulados durante el periodo de obra y a las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por la circulación de los vehículos automóviles, durante la explotación del tramo. Aunque la situación actual sea ya algo problemática, de cara a la proximidad de algunos edificios en el trazado, en base a hipótesis efectuadas para los principales contaminantes generados por los vehículos automóviles y en la evaluación de impactos considerados, se considera su efecto de magnitud reducida a moderada, previéndose que se harán sentir especialmente en la franja adyacente al trazado, hasta cerca de 20 a 50 m para cada lado de la vía. Es importante subrayar incluso que los valores esperados no exceden los límites indicados en la legislación, incluso en las situaciones de ocupación sensible junto al trazado.

La minimización de estos impactos pasa, esencialmente, por la implementación del plan de monitorización y por la adopción de las medidas recomendadas en el ámbito de las directrices para el estudio de localización de los barracones y otras áreas de apoyo a la obra.

En cuanto al ruido, se verifica que este es inducido fundamentalmente por la circulación del tráfico rodoviário en el tramo. Los niveles sonoros son ya elevados en algunos lugares próximos a la carretera, situación que tenderá a agravarse a medida que los volúmenes de tráfico vayan aumentando. Sin embargo, se debe recalcar que este aumento del ruido ambiente ocurrirá independientemente de la realización del proyecto en análisis, teniendo en cuenta su dependencia estricta del tráfico.

Así, debido a los niveles sonoros estimados para el entorno del tramo en estudio, se prevé que en la generalidad del tramo se producirán impactos negativos, de magnitud reducida a elevada. Para la minimización de estos impactos, fue considerada la implantación de barreras acústicas en varias zonas del trazado del tramo, y llevar un seguimiento de la evolución del ruido ambiente a través de un programa de monitorización.

Las zonas del trazado donde se prevé instalar barreras acústicas, del tipo absorbente, en el año de entrada en funcionamiento del tramo ya ampliado, son las siguientes:

- km 2+675 a km 2+875, lado Este;
- km 2+875 a km 3+775, lado oeste;
- km 0+245 a km 0+340, del Ramo D del nudo de Aguas Santas (km 3+430 de la auto-carretera) y entre el km 3+430 y el km 3+585, lado Este;
- km 3+875 a km 4+250, lado oeste;
- km 4+125 a km 4+550, lado Este;
- km 4+325 a km 4+525, lado oeste;
- km 4+750 a km 5+000, lado oeste;
- km 5+620 a km 6+000, lado oeste;
- km 5+700 a km 6+075, lado Este;
- km 6+075 a km 6+350, lado Este;
- km 6+275 a km 6+500, lado oeste;
- km 7+100 a km 7+525, lado Este.

Cabe destacar que para el tramo abordado en este proyecto, no es necesaria la implantación de barreras acústicas.

En cuanto a los aspectos sócioeconómicos, los principales impactos negativos esperados se relacionan con las alteraciones temporales en la accesibilidad, sobre todo en términos locales, y con la perturbación, igualmente temporal, ocasionada en los residentes situados junto a las zonas en obra. Estos impactos serán, sin embargo, de duración limitada y globalmente poco significativos, pudiendo ser minimizables por medio de las medidas descritas en el dossier de planificación de las tareas de la obra, que integra el proyecto de ejecución y en el pliego. Se prevén, por otro lado, impactos positivos importantes en la sócioeconomía regional, asociados principalmente al aumento de la accesibilidad y a la mejora de la comodidad, de la seguridad y de la rapidez de circulación de los usuarios del tramo de la N14 y de la N14 en general.

Relativamente al ordenamiento del territorio, se prevé que la ampliación y beneficiación del tramo venga a contribuir eficazmente para el descongestionamiento de las áreas urbanas y la mejora de las accesibilidades regionales, en particular en lo que se refiere a la rapidez y comodidad de los desplazamientos. A nivel regional, se estima también que la ampliación y beneficiación de la vía irá a reflejarse en la reducción de los tiempos y costes medios de recorrido, facilitando la aproximación de las poblaciones y favoreciendo las actividades económicas. Por otro lado, son previsibles aún impactos positivos asociados al incremento de la atraktividad en el área de influencia directa del proyecto, en particular en la proximidad del nudo de Maia.

En lo que se refiere a las áreas de uso condicionado, no se espera la afectación de cualquier área de esta naturaleza.

En cuanto al patrimonio cultural, se prevé, de igual modo, que no sea afectado cualquier elemento existente en la región.

6. CONSIDERACIONES FINALES

De la evaluación de impactos ambientales efectuada, puede deducirse que no fue identificado ningún impacto que pueda inviabilizar la ampliación y beneficiación de el tramo a ampliar.

Sin embargo, se prevé el suceso de impactos ambientales negativos asociados a la implementación del proyecto, algunos de los cuales podrán considerarse, eventualmente, como significativos, si no fueran adoptadas las medidas de control y gestión ambiental descritas (barreras sonoras,...).

De una forma general, gran parte de los impactos ambientales negativos relevantes serán originados en la fase de ampliación y beneficiación de la vía, aunque algunos, por tener carácter permanente, deban persistir a lo largo del periodo de su explotación .

La ejecución , comporta también, por otro lado, una serie de efectos positivos, que en su conjunto podrán compensar eventuales daños residuales en el ambiente.

Entre los impactos ambientales positivos, han sido considerados como más relevantes los siguientes:

- Mejoría de la accesibilidad al nivel local y regional y promoción de la cohesión interna, particularmente en el área Metropolitana de Oporto;
- Mejoría del nivel de servicio y, consecuentemente, disminución de los tiempos y costes medios de recorrido, contribuyendo así para la aproximación de las poblaciones y favoreciendo las actividades económicas;
- Reducción del congestionamiento del tráfico en el tramo y en el área envolvente y articulación más eficiente con las demás vías de la red viaria nacional, en particular con la N14 y la N12;
- Aumento de la comodidad, rapidez y seguridad de los usuarios del tramo y, en general, de toda la N14;
- Aumento de la atractividad para la fijación de población y de unidades industriales/comerciales en la región.

Por otro lado, los impactos ambientales negativos más importantes estarán relacionados con los siguientes aspectos:

- Afectación del cubierto vegetal existente, en particular en los taludes (de carácter temporal) y en la pestaña céntrica del tramo (de carácter permanente);
- Disminución de la calidad de vida y alteración de la accesibilidad de la población residente en el entorno del tramo, debido a la perturbación causada por las obras durante el periodo de ampliación y mejora de la vía.

Es importante comentar, sin embargo, que otros impactos negativos, expresamente en el ambiente sonoro, en la calidad del agua y en la calidad del aire se hacen sentir actualmente y continuarán a manifestarse durante la explotación del tramo, independientemente de la realización de la ampliación del tramo. Así, se entendió que, aunque esos impactos no sean atribuibles al proyecto en análisis, se debería promover la mejoría de la calidad ambiental en el tramo de la vía, a través de la implementación de algunas medidas de control.

De este modo, a fin de prevenir, evitar o atenuar los principales impactos negativos asociados a la ejecución, se recomienda en este EIA la adopción de diversas medidas de control y gestión ambiental, de que se destacan las siguientes:

- Ejecución de la obra en consonancia con el establecido en el Proyecto de Ejecución, en particular en el Estudio Geológico-Geotécnico, en el Proyecto de Drenado y en el apartado de Paisajismo;
- Cumplimiento riguroso de lo explicado en el Anejo de Explotación y Mantenimiento;
- Cumplimiento del estipulado en las Directrices para el Estudio de Localización de los Barracones y otras áreas de apoyo a la obra, en los Procedimientos Operacionales de Gestión Ambiental de los Estaleiros y en el contrato de obra;
- Instalación de barreras acústicas en las zonas del trazado indicadas en este EIA;
- Implementación del Plan General de Monitorización propuesto en este EIA; Seguimiento arqueológico sistemático durante la ejecución de la ampliación y beneficiación del tramo, a través de un arqueólogo residente.

Debe subrayarse, entre las medidas atrás indicadas, la importancia de la implementación de los programas de monitorización ambiental propuestos relativamente a la calidad de las aguas superficiales, calidad del aire y ruido, así como de la instalación de barreras acústicas, en el sentido de prevenir o mitigar situaciones de riesgo de daños en el ambiente y en la población.

En síntesis, del análisis efectuado en este Estudio de Impacto Ambiental puede afirmarse que el proyecto propuesto no tiene condicionantes imperativos de orden ambiental que sean impositivas de su implementación, si son adoptadas las necesarias medidas de control y gestión ambiental propuestas en este estudio.

ANEJO 8

ANÁLISI DE ALTERNATIVAS

1. Introducción.....
2. Valoración económica.....
3. Valoración ambiental.....
4. Variable estética.....
5. Facilidad constructiva.....
5.1. Aspectos generales	
5.2. Construcción del tablero de vigas prefabricadas de hormigón	
5.2.1. Sección transversal	
5.2.2. Morfología longitudinal	
6. Análisis multicriterio.....

1.- INTRODUCCIÓN.

Llegados a este punto, se presentaron las diferentes alternativas, que se han considerado óptimas o factibles para dar solución al proyecto de acondicionamiento de la carretera N14 en el tramo de intersección con la N12.

A continuación, se muestran las valoraciones económicas que se estiman para un pre-dimensionamiento de cada una de las opciones descritas, completando la definición geométrica necesaria para todo futuro análisis económico.

Finalmente se han valorado económicamente cada una de las alternativas mediante el uso de tablas facilitadas en la guía técnica para el dimensionamiento de obras de paso, cuyos valores son puramente orientativos pero que, a la larga, han demostrado ajustarse mucho a la realidad.

En este análisis no se han considerado los términos correspondientes a IVA, beneficio industrial, expropiaciones, etc., ya que como se comentó no creemos que aporten nada nuevo y no harían más que perdernos en más números sin mucho sentido habida cuenta de que no estamos analizando la viabilidad del proyecto, sino que estamos eligiendo la opción óptima para las condiciones preestablecidas anteriormente.

Ahora es el turno de, apoyándonos en los estudios del medio físico, en los presupuestos referidos anteriormente y en las características constructivas y peculiaridades, realizar una valoración global de todas las alternativas con el fin de no cometer el error de elegir la opción correcta basándonos únicamente en la vertiente económica.

De esta manera evaluaremos los siguientes criterios:

- Valoración económica.
- Valoración de afección al usuario (Plazos)
- Valoración ambiental.
- Valoración estética.
- Facilidad constructiva.

Evidentemente, cada uno de estos apartados tiene un peso relativo, que es función de la importancia relativa que creamos que deben tener; así, estos pesos quedan:

- Valoración económica: 30%.
- Valoración de afección al usuario 30%
- Valoración ambiental: 15%.
- Valoración estética: 15%.
- Facilidad constructiva: 10%

2.-VALORACIÓN ECONÓMICA.

A continuación vamos a introducir un cuadro resumen extraído de la valoración económica, tan solo se expondrán los resultados globales así como los resultados por m² de estructura. Dichos resultados son:

De esta manera, se observa que la solución más barata es la de puente de sección cajón, tanto si nos fijamos en el coste por metro cuadrado como si nos fijamos en el coste total.

3.- VALORACIÓN AMBIENTAL.

Los condicionantes ambientales para la realización del proyecto, se basa en que la obra de paso no cause daños medioambientales en la zona de estudio.

Recordando los planteamientos expresados en él, debemos tener en cuenta que la realización de una obra así no causa grandes afecciones en el seno del espacio natural, así como en el seno del patrimonio histórico-artístico en las cercanías de la obra, y menos si la obra ya estaba construida, como es el caso.

Así, aplicando las medidas correctoras clásicas para este tipo de proyectos, no debemos tener en cuenta los problemas que se desprenden de la construcción de una estructura de semejantes dimensiones.

Del mismo modo la tipología que se escoja poco afecta en este apartado pues, las actuaciones causadas y los lugares donde estas se sitúan son idénticos. Por tanto, el proyectista no entiende que la tipología influya de manera decisiva en la elección de la alternativa elegida en el campo de la variable ambiental.

4.-VARIABLE ESTÉTICA.

El puente es un elemento del camino. En el caso abordado la carretera se sirven de puentes para salvar determinados obstáculos que se encuentran en su camino, en nuestro caso otra carretera.

La vía impone sus condiciones. Anchuras, alturas, peraltes, trazado en planta son datos para el diseño del puente y las variables que constituyen su dimensión funcional.

Rara vez el puente impone sus condiciones a la vía, tienen que ser cruces realmente excepcionales, que reúnan una máxima dificultad para las posibilidades de la tecnología y nos costes excesivos, para que sean estos los que determinen a priori la ubicación del puente y sus condiciones geométricas a las cuales debe plegarse el trazado de la vía, pero este no es el caso en este proyecto.

Con lo anterior se observa que la función de un puente no es resistir, como en un principio se podría pensar, su función es unir, salvar una discontinuidad. Muchas de las características del puente vienen fijadas por las características de la vía a la que sirve y del tráfico al que va dirigido, sin embargo quedan aún muchas otras variables que serán elección del proyectista.

El fijar estas variables viene de la mano de conocer que para un ingeniero es bello lo que resiste, porque en cualquier tarea hay que ir buscando la consonancia y no otra cosa.

Junto a lo anterior, cabe argumentar que la construcción civil es muy costosa y se paga con fondos públicos y por lo tanto lo más importante, su esencia es el papel

resistente, en todo momento su construcción y diseño viene limitada por exigencias de costo mínimo.

Pues bien, en relación a los aspectos expuestos se llega a la conclusión de que cualquiera de las tipologías propuestas es capaz de cumplirlos, por lo que estos no serán motivo de descarte de ninguna de las alternativas.

Sin embargo, la solución de vigas doble T es la que mejor los cumple, debido a que cuando se observa un puente de esta tipología se ven claramente una serie de pilas que, apoyadas en el terreno a través de sus respectivos cimientos tienen la función de sostener una serie de vigas que a su vez se encargan de soportar el tablero, con la finalidad última de salvar para el tráfico rodado la discontinuidad existente.

Pero a pesar de todo lo anteriormente expuesto hay otras variables significativas en la estética de los puentes. Siempre se ha dicho que la estética de los puentes se centra en dos puntos fundamentales: la posibilidad de obtener grandes luces y la de conseguir líneas flexibles y cantos muy reducidos. Estos dos objetivos no tienen otro fin que el intentar, de alguna manera que el puente pase lo más desapercibido posible en el entorno en el que se encuadra.

En el tema de conseguir las mayores luces posibles la solución que sale más claramente beneficiada es la de puente mixto y la del puente sección cajón ya que con éstas se alcanzan, en nuestro caso luces de hasta 45 metros en los vanos centrales y de 36 metros en los extremos. Sin embargo, en cuanto a líneas flexibles y cantos muy reducidos queda claramente por debajo de la solución de puente de vigas.

Las luces en los casos del puente de vigas son menores que las que se alcanzan con las otras dos soluciones, pasando de luces de 28 metros muy ajustadas, a luces de hasta 45 metros. Sin embargo, el canto que necesitamos para que el puente resista con vigas artesa prefabricadas es de 2,3 metros, mientras que en las otras dos soluciones asciende hasta 3,1 metros.

Para la solución de vigas artesa se precisaría de 3 vigas por tablero para el ancho de plataforma modificado y, como bien se sabe su precio es mayor al de las vigas prefabricadas, aunque la economía es compensada por la estética.

Respecto a lo que el peso propio se refiere, la solución más desfavorable es la del puente de vigas artesa, frente a una sección monocelular de cajón en las otras dos alternativas. De ahí que se puedan alcanzar mayores luces con estas dos últimas soluciones, a diferencia de las del puente de vigas artesa.

Así, teniendo en cuenta que la solución mediante tablero de sección cajón presume de tener las mejores relaciones canto/luz, además de poseer menos peso propio y una sección monocelular, preferible a la vista, con homogeneidad de materiales, será la que reciba mayor puntuación en este aspecto. Siguiendo estos cánones, y en función de las características de cada una de las alternativas, podemos atribuir las siguientes puntuaciones cuantitativas:

5.- FACILIDAD CONSTRUCTIVA.

5.1.- Aspectos Generales.

Resulta encomiable que un proyectista quiera realizar la solución más estética y con más integración en el entorno, pero tenemos que darnos cuenta de que el trabajo fundamental de un proyectista es hacer las cosas lo más económicas y fácilmente construibles dentro de lo posible.

Los aspectos generales más importantes a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo un Viaducto como es el caso son los siguientes:

- Las tipologías estructurales básicas en puentes están fuertemente ligadas a un proceso constructivo.
- Existen dos condiciones básicas para que un puente se pueda construir:
 - Deben emplearse elementos de peso manejable y controlable (viga elemental, dovela, etc.)
 - Es fundamental que la estructura, conforme se construye, vaya resistiendo de manera similar a como tiene que hacerlo durante su vida útil, para que su dimensionamiento y por lo tanto coste, no venga condicionado por el proceso constructivo.
- El proceso constructivo y sus fases condiciona fuertemente la evolución de esfuerzos y deformaciones de la estructura. Todas las deformaciones de la estructura en sus fases constructivas deben ser calculadas y verificadas en obra mediante replanteo topográfico, con objeto de que el puente alcance la rasante que queremos.

Comentar que en todos las tipologías elegidas para solución del Viaducto sobre el barranco del Rodenillo el proceso constructivo comienza con la ejecución de las cimentaciones de pilas y estribos y por lo tanto su correspondiente excavación, ferrallado, encofrado y hormigonado y la ejecución de los alzados de pilas y estribos, con su ferrallado, encofrado y hormigonado correspondientes. Así, la mayor diferencia en cuanto a lo que se refiere el proceso constructivo se encuentra en la construcción del tablero de cada una de las tipologías propuestas como solución y es en esto en lo que nos centraremos en los siguientes apartados.

5.2.- Construcción del tablero de vigas prefabricadas de hormigón.

La utilización de elementos lineales prefabricados para la construcción de puentes es uno de los métodos más generales de ordenar el proceso de construcción de un puente, y esto ha ocurrido a lo largo de todos los tiempos, desde los puentes de madera con troncos que salvan la luz entre dos soportes, hasta los puentes metálicos.

Las vigas de hormigón pretensado se incorporan más tardíamente a esta familia, pero una vez que se ajustó la distribución del material para obtener el máximo rendimiento resistente con el mínimo peso y se desarrollaron adecuadamente los procedimientos de montaje, grúas, vigas de lanzamiento, etc, la familia de los así llamados, puentes de vigas prefabricadas de hormigón pretensado, constituyó la manera más universal de construir puentes de luces moderadas (rara vez pasan de 50 m). Cada viga se monta directamente entre dos pilas y colocándolas paralelamente a una cierta distancia; van constituyendo el soporte de una losa de hormigón que constituye el tablero del puente.

5.2.1.- Sección Transversal.

Los tableros más usuales de vigas doble "T", están formados por vigas separadas entre sí del orden de 3 a 4 m y luces que raramente pasan de 40 m. de longitud

La sección cajón es mejor por su mayor estabilidad y rigidez a torsión, dado que las cargas de tráfico son elevadas.

El peso de estas vigas puede alcanzar las 70 u 80 tn para las vigas más largas. Esta tipología constituye una solución excelente, barata y eficaz, con una perfecta adecuación, entre la capacidad resistente parcial de cada uno de los elementos que la constituyen, a cada una de las fases de construcción por donde pasa y a la que tiene que realizar durante su etapa en servicio.

El procedimiento más habitual de fabricación del tablero cuando se utilizan vigas artesa es el siguiente:

Lo más fácil es disponer las vigas uniformemente distribuidas desde el borde, de manera que no sea necesario volar la losa superior, y esto es lo que hemos propuesto para la sección del tablero correspondiente a la solución mediante puente de vigas. La utilización de un encofrado de madera u hormigón (losas de hormigón prefabricado), a colocarse entre las vigas es el procedimiento más habitual.

La separación entre vigas constituye una luz considerable para las prelosas. Por esta razón la cabeza de compresión de las vigas prefabricadas se realiza de una gran anchura (174 cm en nuestro caso) para acortar esa luz y permitir espesores de no más de 5 ó 6 cm para las prelosas, las cuales deberán estar convenientemente armadas para soportar el peso del hormigón fresco de la losa.

5.2.2.- Morfología Longitudinal. La estructura longitudinal utilizada por los puentes de vigas prefabricadas, empezó siendo la de tableros bi-apoyados sobre pilas, situación más frecuente y de plena vigencia hoy en día, y se ha pasado a la utilización de casi cualquier morfología longitudinal del puente. Tableros biapoyados, continuos, apuntalados,, atirantados, constituyen las diversas morfologías posibles hoy en día, cuyo único problema fundamental a resolver es la unión longitudinal entre elementos prefabricados.

Los tableros bi-apoyados son la disposición más habitual. Las vigas se apoyan sobre los pilares por medio de apoyos de neopreno y sobre (entre) ellas se hormigona el tablero.

El pavimento superior necesitará un ajunta de dilatación encima de las pilas que permita los movimientos longitudinales del tablero por temperatura, fluencia y retracción. Este tipo de tableros suele suponerse isostático a efectos de los asientos diferenciales entre pilas y esto, en general, no es cierto. Si el asiento de la pila, en su conjunto, es un descenso vertical exclusivamente, el tablero es isostático. Pero debido a la envergadura transversal de este tipo de puentes el asiento transversal de las pilas puede no ser constante. En este caso este descenso diferencial introducirá unas torsiones en el tablero, los cuales producirán una serie de esfuerzos de flexión y torsión en vigas y losa transversal aunque en general estos son pequeños en el caso de vigas artesa.

El tablero bi-apoyado produce un excesivo número de juntas transversales en el puente lo que ha conducido a eliminarlas, manteniendo la estructura esencialmente biapoyada a efectos resistentes. Los tableros semi-continuos establecen la continuidad entre los vanos, exclusivamente a nivel de la losa superior. Las vigas quedan separadas y

apoyadas sobre las pilas. Esta unión tiene como misión eliminar las juntas de dilatación del pavimento, proporcionando una rodadura mucho más confortable. La losa se desconecta de las vigas en una determinada longitud. Para ello se elimina la armadura de cercos y se interpone un material inerte que impida la adherencia entre el hormigón de la viga y de la losa. Debe tener un determinado espesor para impedir el contacto entre los dos hormigones. De esta manera se consigue proporcionar a la unión una determinada flexibilidad que le permita hacer frente con seguridad a los siguientes esfuerzos:

ANÁLISIS MULTICRITERIO

COSTES

Alternativa	Coste unitario (€/m2)	Coste total (€)	Puntuación
Viga doble T	506	1.518.695,75 €	8
Viga artesa	569	1707782,375	6
Sección cajón	492	1476676,5	10

CRITERIOS ESTÉTICO

Criterio estético

Alternativa	Puntuación
Viga doble T	5
Viga artesa	7
Sección cajón	10

FACILIDAD CONSTRUCTIVA

Facilidad constructiva

Alternativa	Puntuación
Viga doble T	8
Viga artesa	8
Sección cajón	10

AFECCIÓN AL USUARIO

Afección al usuario

Alternativa	Puntuación
Viga doble T	10
Viga artesa	10
Sección cajón	0

Alternativa	Economía	Afectación usuario	Estética	Facilidad constructiva	Media ponderada
Viga doble T	8	10	5	10	7.15
Viga artesa	6	10	7	10	6.85
Sección cajón	10	0	10	8	5.3

La mejor solución es una solución a partir de vigas prefabricadas de DOBLE T

Anejo 8

Estudio Geotécnico y Cimentaciones

Índice

1. Objeto y contenido del estudio.....	3
2. Reconocimiento previo del terreno.....	4
3. Ensayos.....	6
4. Sondeos.....	10
5. Clasificación del suelo.....	13
6. Propiedades Geotécnicas del suelo.....	16
7. Determinación de la capacidad del suelo.....	17
8. Cálculo de cimentaciones.....	23
9. Mecanismos de rotura del suelo.....	27
10. Cálculo de cimentaciones.....	27

1. OBJETO Y CONTENIDO DEL ESTUDIO

El estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de construcción prevista y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de ésta.

Las características del terreno de apoyo se determinan mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en este anejo.

Los datos manejados provienen de la información que ha proporcionado la Cámara Municipal de Oporto al proyectista y de hipótesis que éste ha considerado para facilitar los cálculos.

El reconocimiento del terreno requiere cierta intensidad y alcance debido a la importancia de la construcción prevista dentro del ámbito ya que es un eje fundamental para la movilidad rodoviaria de la ciudad de Oporto.

Para la realización de este estudio se han tenido que recabar todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones actuales, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismoresistente.

Dado que las conclusiones del estudio geotécnico pueden afectar al proyecto en cuanto a la concepción estructural de la obra de paso como el tipo y cota de los cimientos, se ha acometido en la fase inicial de proyecto y antes de que la estructura esté dimensionada.

En cuanto a los medios de prospección utilizables para dicho reconocimiento, la prospección del terreno se lleva a cabo mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración o métodos geofísicos. En la normativa se describen las principales técnicas de prospección así como su aplicabilidad, que se llevarán a cabo de acuerdo con el 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 general, se pueden aplicar las técnicas geofísicas para la caracterización geotécnica y geológica, con el objeto de complementar datos, mejorar su correlación, acometer el estudio de grandes superficies y determinar los cambios laterales de facies, no siendo aconsejable en cascos urbanos consolidados como es el caso. Por lo que esta opción no será considerada en este proyecto.

En este estudio geotécnico se incluyen los antecedentes y datos recabados, los trabajos de reconocimiento efectuados, la distribución de unidades geotécnicas, los niveles freáticos, las características geotécnicas del terreno identificando en las unidades relevantes los valores característicos de los parámetros obtenidos y los coeficientes sismorresistentes, ya que Oporto se encuentra en una zona sísmica (de baja intensidad). También contiene un apartado expreso

de conclusiones y recomendaciones constructivas en relación con la cimentación y se recogen éstas de tal forma que se puedan adoptar las soluciones más idóneas para la realización del proyecto para la construcción del nuevo Paso Superior en la N14 sobre la N12 en Oporto.

Asimismo se indican los posibles trabajos complementarios a realizar en fases posteriores, antes o durante la obra, a fin de subsanar las limitaciones que se hayan podido observar.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el Director de Obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

Tal como puede deducirse de la lectura de los párrafos anteriores, se considera de suma importancia el hecho de disponer de un estudio geotécnico apropiado, con el fin de poder aportar información fiable frente a posibles decisiones que eventualmente fuera necesario tomar en obra.

2. RECONOCIMIENTO PREVIO DEL TERRENO

Estudio de los mapas disponibles en la zona

Para la recopilación de la información necesaria de la zona a estudiar previa al reconocimiento en el propio terreno, se usan mapas, que normalmente suelen estar disponibles en distintos organismos públicos y cuyo grado de fiabilidad ha de contrastarse estableciendo contacto real con el terreno. Entre los diversos tipos pueden destacarse:

- Mapas topográficos. La escala habitual es de 1:50000.
- Mapas geológicos. La escala habitual es de 1:50000.
- Mapas hidrogeológicos. Actualmente están disponibles a la escala de 1:100000.
- Mapas geotécnicos. En la actualidad todavía es escasa esta fuente de información, aunque en algunas áreas metropolitanas es posible disponer de ellos en escalas de 1:25000.

Cabe destacar que al proyectista no le ha sido posible obtener dichos mapas, por lo que los datos manejados serán fruto de fuentes locales, hipótesis y suposiciones.

Estudios en zonas adyacentes

En las zonas inmediatas al terreno a reconocer existan construcciones para las que se han redactado informes y cuya información pueda sernos de gran utilidad, aportando datos de interés sobre el terreno, que siempre deben ser tratados con una prudencia razonable.

Se pueden destacar los siguientes aspectos a tratar en las zonas adyacentes a la del objeto de estudio:

- No hay problemas con el nivel freático ni cambios bruscos en el tiempo.

- Hay una posible existencia de rellenos.
- Bajo los rellenos hay un estrato de de 8-10 m de potencia de arena compacta
- Hay un estrato rocoso a una profundidad indefinida (alrededor de los 10-12m).

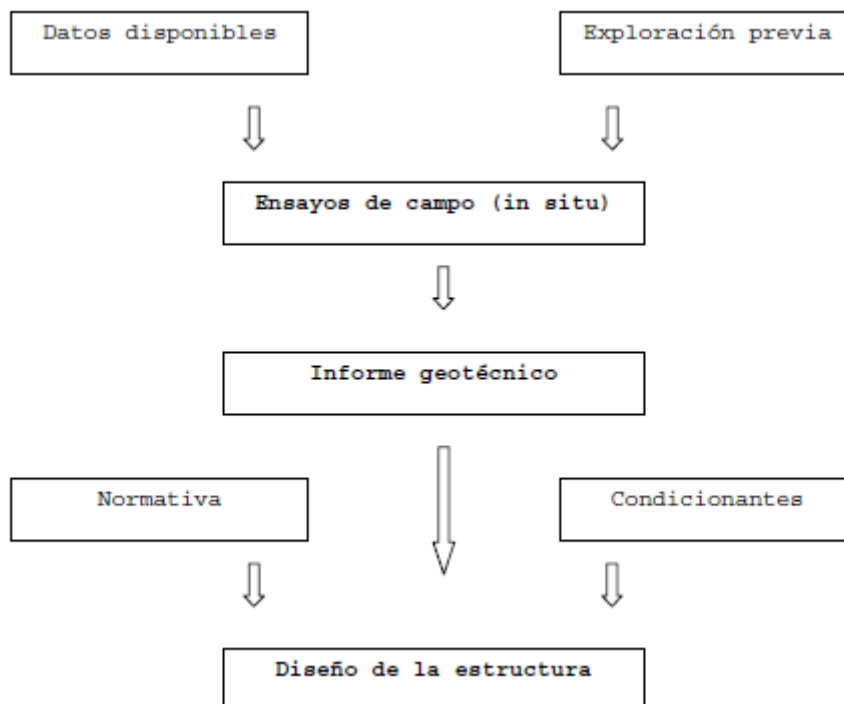
Esta información se habrá de contrastar con los sondeos que se efectuaran sobre la zona abordada en este proyecto.

Observación directa del terreno

Antes de determinar el tipo de reconocimiento a llevar a cabo en base a la información previa obtenida, se efectuó una visita de exploración al terreno. En este caso, el criterio de la persona que la realizó contribuyó a la optimización del coste, así como a los resultados del reconocimiento en cuestión. Aunque cada caso concreto requerirá de un trato particularizado a sus características propias, las líneas generales de la exploración pueden resumirse en los siguientes objetivos:

- Topografía general del lugar: zona llana, urbano consolidado
- Actividad geomorfológica: no hay desprendimientos, escarpes, cavidades ni terrazas, ni se sospecha la presencia de depósitos sedimentarios.
- Estratigrafía, puntos de agua y vegetación.
- Se observa la existencia de conducciones eléctricas y de drenaje de agua
- No se observan estructuras dañadas en la zona por motivos geotécnicos.
- Se ha usado la experiencia local recurriendo a los organismos públicos de la zona que han descrito de manera muy general el suelo.

En la figura se muestra el esquema metodológico de las distintas fases que se han seguido para el proyecto de la cimentación.



3. ENSAYOS

Los ensayos penetrométricos se basan en estimar la resistencia a la penetración que ofrece el suelo a una puntaza normalizada, habitualmente cónica. A partir de esta resistencia y mediante el uso de correlaciones con base semiempírica, se obtienen parámetros de resistencia del terreno útiles en el cálculo geotécnico.

Dependiendo de cómo se aplica la energía necesaria para el hincado de la puntaza se tiene:

- Hincado estático. Donde se hinca la puntaza mediante la aplicación de presión sobre la barra, que induce una velocidad de avance en profundidad baja (del orden de 20 mm/s). El procedimiento se conoce genéricamente como CPT (cone penetration test). Si se incorpora un elemento sensor de la presión intersticial que se genera en el hincado en la puntaza entonces se podrá conocer la presión del agua en el suelo que la rodea al ser penetrado por ésta. En este caso el ensayo recibe el nombre de CPTU.

-Hincado dinámico. Donde la puntaza se hinca mediante la energía que aporta una masa que cae desde determinada altura. Las caídas sucesivas hacen que la puntaza avance en profundidad.

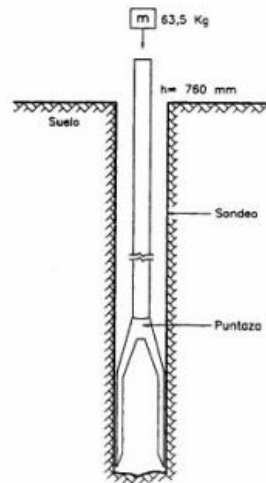
En este caso se procede a ensayos con hincado dinámico.

Penetrómetro dinámico discontinuo

En este estudio geotécnico se han realizado ensayos penetrométricos, SPT (Standard Penetration Test), donde la puntaza normalizada se hinca por golpeo mediante la energía transmitida al caer una masa desde una altura determinada y está provista de una oquedad central semejante a la de los tomamuestras.

El ensayo se realiza discontinuamente en el fondo de un sondeo previo cada cierta profundidad (usualmente del orden de 2 m). La peculiaridad de la puntaza hace que se pueda extraer un pequeño testigo de suelo que podrá utilizarse en ensayos de identificación, pero no para otros ya que la muestra obtenida se encuentra muy alterada. La figura muestra un esquema de este ensayo.

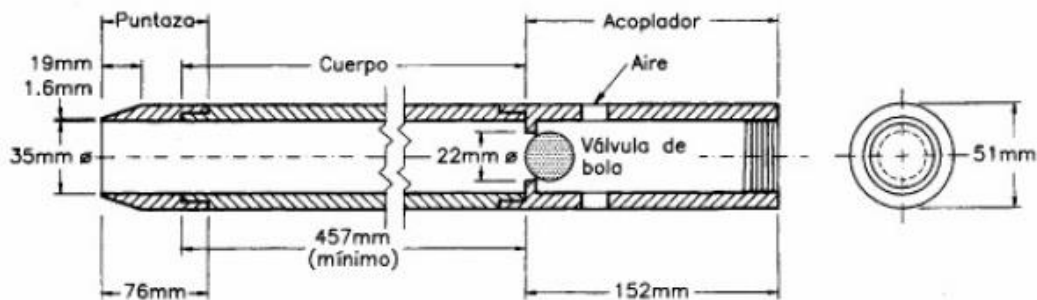
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”



Esquema del ensayo estándar de penetración (SPT)

La norma UNE 103800-92 describe el procedimiento de ensayo y se corresponde con la NTE-CEG-75. La norma ASTM D1586-84 coincide prácticamente con la española. De otra parte, existe una recomendación IRTP/SPT (ISSMFE) que es aceptada por la práctica en la totalidad de los países.

En la figura se muestra un esquema de la puntaza normalizada. La masa del elemento que golpea es de 63.5 kg y su altura de caída es de 760 mm. Los diámetros interior y exterior de la puntaza son respectivamente 35 y 51 mm. En este caso el resultado del ensayo se indica por N, que se define como el número de golpes necesarios para hincar la puntaza 30 cm.



Generalmente se procede en tres series de 15 cm, y se desprecia la primera de ellas, debido a la alteración inducida por el sondeo. La tabla siguiente proporciona valores del ángulo de fricción, de la resistencia a la penetración en ensayos CPT, y de N en ensayos SPT, para arenas de diversa compacidad.

La relación entre q_c y N se puede estimar mediante la expresión:

$$Q_c = 0.4N$$

que da valores del lado de la seguridad, en relación a los indicados en la siguiente tabla:

arenas	Muy suelta	Suelta	Media	Densa	Muy densa
N (SPT)	4	4 - 10	10 - 30	30 - 50	50
q_c (CPT) MPa	5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20
D_r (%)	15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
γ_d (kN/m ³)	14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20
ϕ'	30	30 - 32	32 - 35	35 - 38	38

Para la obtención de dichos parámetros geotécnicos se ha procedido a una campaña de ensayos SPT colocados estratégicamente en puntos lo suficientemente representativos para dar un valor fiable de las características del terreno.

El número de ensayos efectuados es 12, superior al estipulado en la normativa. Los resultados son muy parecidos, habiendo una distorsión máxima del 2% entre sondeos, lo que indica que tiene una compacidad igual en toda la zona de estudio, luego su módulo de deformabilidad será igual para toda la zona. Esto facilitará el cálculo al proyectista.

En los ensayos SPT realizados in situ se ha obtenido un valor medio de $N=45$, lo que lleva a indicar que es una arena bastante densa, siendo casi catalogada muy densa. Para estar del lado de la seguridad se considera densa.

Para obtener el resto de valores el proyectista ha interpolado en dicha tabla obteniendo lo siguiente:

arenas	Densa
N (SPT)	45
q_c (CPT) MPa	18
D_r (%)	81
γ_d (kN/m ³)	20
ϕ'	37°

El valor N del SPT puede correlacionarse empíricamente con parámetros geotécnicos de uso habitual en el cálculo de cimentaciones. La resistencia al corte sin drenaje c_u puede ser estimada a partir de N mediante la expresión:

$$c_u \text{ (MPa)} = \frac{N}{100 + 200}$$

En este caso se adopta un valor de $c_u = 5$ MPa, para estar del lado de la seguridad

Para el caso de arenas, el valor N del SPT también puede relacionarse empíricamente con el módulo de elasticidad E mediante la expresión siguiente debida a D'Appolonia (1970):

$$E(\text{MPa}) = 20 + (0.8 - 1.2)N$$

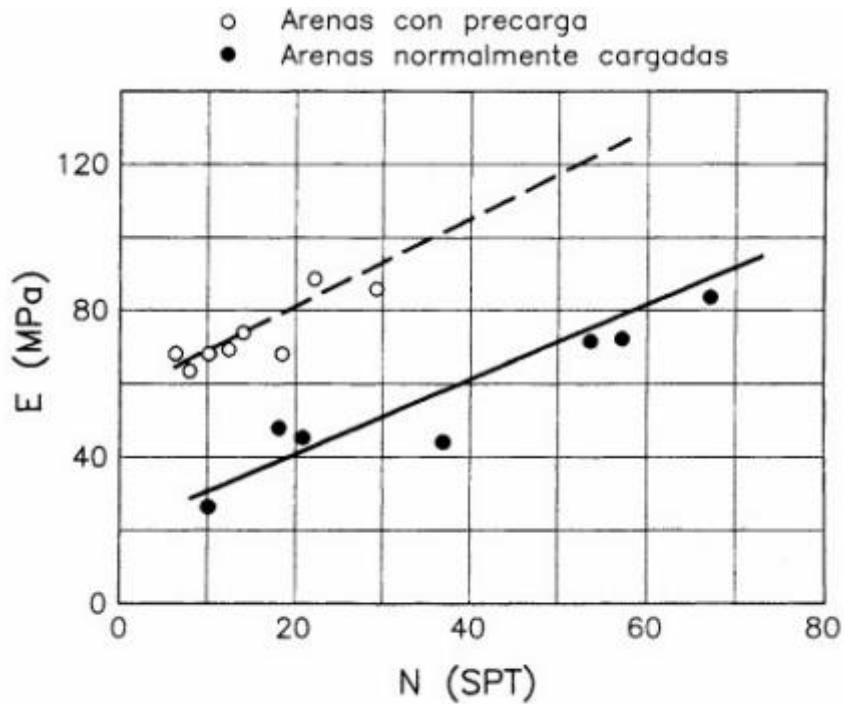
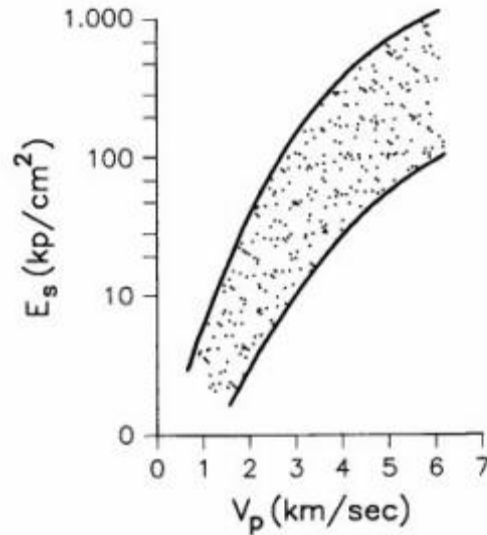


Figura 2.4.1.11 Relación entre N y E para arenas (D'Appolonia 1970)

En este caso se adopta un valor del módulo de elasticidad E de 60 MPa.

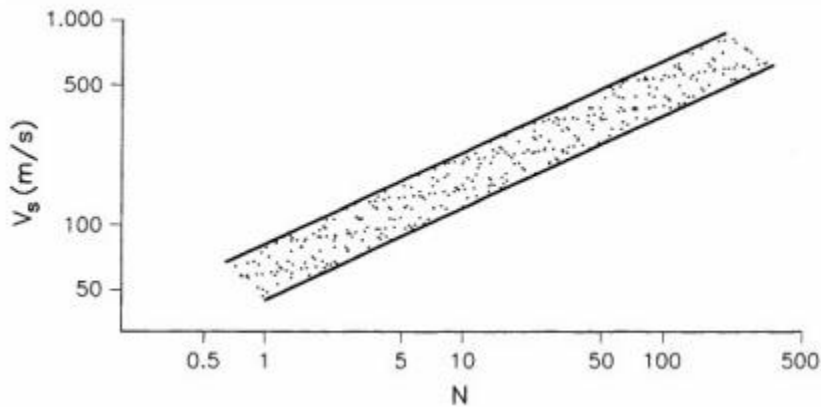
El ensayo SPT es aplicable con una buena fiabilidad en arenas finas y limos. En arenas muy gruesas y gravas no pueden obtenerse testigos, debido a que hay que colocar la puntaza ciega.

La siguiente figura muestra la relación entre la velocidad de las ondas longitudinales (ondas P) y el módulo de deformación estático.



El resultado del ensayo SPT proporciona una medida del módulo de rigidez del suelo, y por tanto estará también correlacionado con la velocidad de transmisión de las ondas que en este caso se considera de 4.5 km/s en cuanto a las ondas P.

La siguiente figura muestra una relación entre la velocidad de las ondas sísmicas y el valor N del SPT obtenida de los ensayos.



Para el suelo en cuestión la velocidad de propagación de las ondas S es de 300 m/s.

4. SONDEOS

En la tabla siguiente se muestra una comparación entre diferentes métodos de avance en el sondeo y su utilización según las características del terreno.

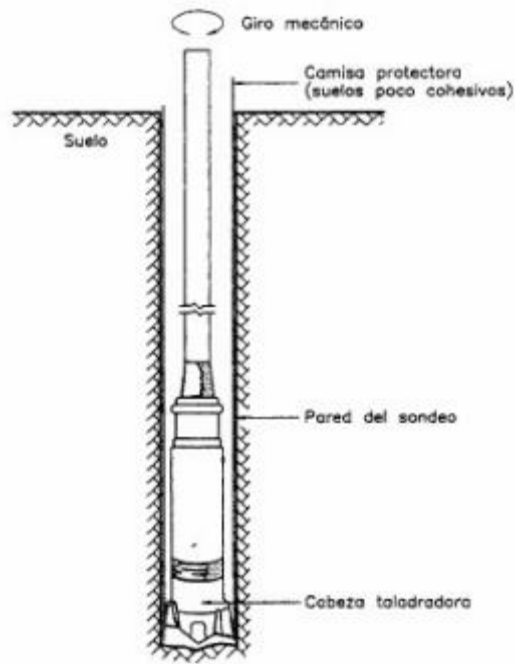
Método empleado	Sistema de avance	Suelo apropiado	Suelo no apropiado
Sondeo manual	Barrena helicoidal, cuchara, etc.	Blando y cohesivo	Suelo duro y compacto, con presencia de bolos y gravas gruesas
Rotación	Barrena helicoidal con motor hidráulico	Compacidad media	Suelo duro y cementado, con presencia de bolos y gravas gruesas
Rotación	Tubo simple en seco	Arenas, limos y arcillas de compacidad media	Suelo duro y cementado, con presencia de bolos y gravas gruesas
Rotación	Tubo doble con inyección de agua	Suelos duros y cementados. Rocas	Suelo blando con presencia de bolos y gravas gruesas
Percusión	Puntaza hueca con borde cortante (interior o exterior)	Arenas y arenas arcillosas	Suelo con presencia de bolos y gravas gruesas

Como se puede observar en la tabla, para el suelo de la zona en estudio que se ha catalogado como compacto-denso el método a emplear es un método de rotación.

Sondeo por perforación rotativa

El sistema de perforación rotativa es un método muy eficaz y que ofrece la posibilidad de alcanzar grandes profundidades, por lo que es un tipo de sondeo muy utilizado. Consiste en un equipo autopropulsado, o bien arrastrado, que dispone de una cabeza perforadora, de acero endurecido, que gira accionada generalmente por un motor hidráulico. Sobre ésta se aplica una cierta carga vertical que se transmite a través de la barra de perforación. Dicha carga tiene la función de regular la velocidad de avance en profundidad; en suelos duros la velocidad habrá de reducirse para evitar un desgaste prematuro debido al sobrecalentamiento de la cabeza; para evitarlo, también se puede dotar al equipo de un sistema de refrigeración mediante agua a presión sobre la cabeza perforadora, que no ha de ser demasiado elevada para evitar alterar el testigo. La figura siguiente muestra la disposición de los elementos del equipo.

Si se realiza este tipo de sondeo en suelos poco cohesivos, se debe emplear camisas metálicas que garanticen el sostenimiento de la pared del sondeo, pudiendo utilizar también lodos bentoníticos para estabilizarla.



Sondeo por perforación rotativa

Se trata de un método relativamente caro y a partir del que, si se utiliza una cabeza de corona, se pueden obtener testigos de suelo que quedan retenidos en su interior. Se dispondrá de cajas donde colocarlos e indicar la profundidad de su extracción. Este es el sondeo más apropiado para el suelo de la zona en estudio, ya que el sondeo por percusión produciría rechazo por ser compacto. Además con la utilización de este tipo de sondeo se obtienen testigos de mayor calidad.

En la figura se muestran los testigos de los sondeos por rotación efectuados :



5. CLASIFICACIÓN DEL SUELO

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras.

Cada letra es descrita debajo. Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado.

La primera y/o segunda letra define la granulometría

Símbolo	Definición
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Orgánico

A veces es necesario colocar otra simbología para definir su plasticidad o su graduación.

Letra	Definición
P	Póbremente graduado(tamaño de partícula)
W	Bien graduado (muchos tamaños diversos)
H	Alta Plasticidad
L	Baja plasticidad

Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades del material.

Major Divisions		Group Symbols	Typical Names	Field Identification Procedures (Excluding particles larger than 3 inches and lusing fractions on estimated weights)	Information Required for Describing Soils
1	2	3	4	5	6
Coarse-grained soils More than half of the material is larger than No. 200 sieve the smallest particle visible to the naked eye)	Gravels More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size (For virtual classification, the 104 mesh size may be used as equivalent to the No. 4 sieve size)	Clean gravels (little or no fines)	GW Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate particle sizes	For undisturbed soils, add information on stratification, degree of compactness, cementation, moisture conditions, and drainage characteristics. Give typical name; indicate approximate percentages of sand and gravel, maximum size, angularity, surface condition, and hardness of the coarse grains; local or geologic name and other pertinent descriptive information; and symbol in parentheses. Example: Silty sand, gravelly; about 20% hard, angular gravel particles 1.2 inch maximum size, rounded and subangular sand grains, coarse to fine; about 15% nonplastic fines with low dry strength; well compacted and moist in place; aluvial sand; (SM)
		Gravels with fines (appreciable amount of fines)	GM Silty gravels, gravel-sand-silt mixture	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing	
			GC Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification procedures, see ML, below).	
	Sands More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size	Clean sands (little or no fines)	SW Well-graded sands, gravelly sands, little or no fines	Wide range in grain size and substantial amounts of all intermediate particle sizes	
			SP Poorly graded sands or gravelly sands, little or no fines	Plastic fines (for identification procedures, see CL, below).	
		Sands with fines (appreciable amount of fines)	SM Silty sands, sand-silt mixture	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing	
		SC Clayey sands, sand-clay mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for identification procedures, see ML, below).	Plastic fines (for identification procedures see CL, below)	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

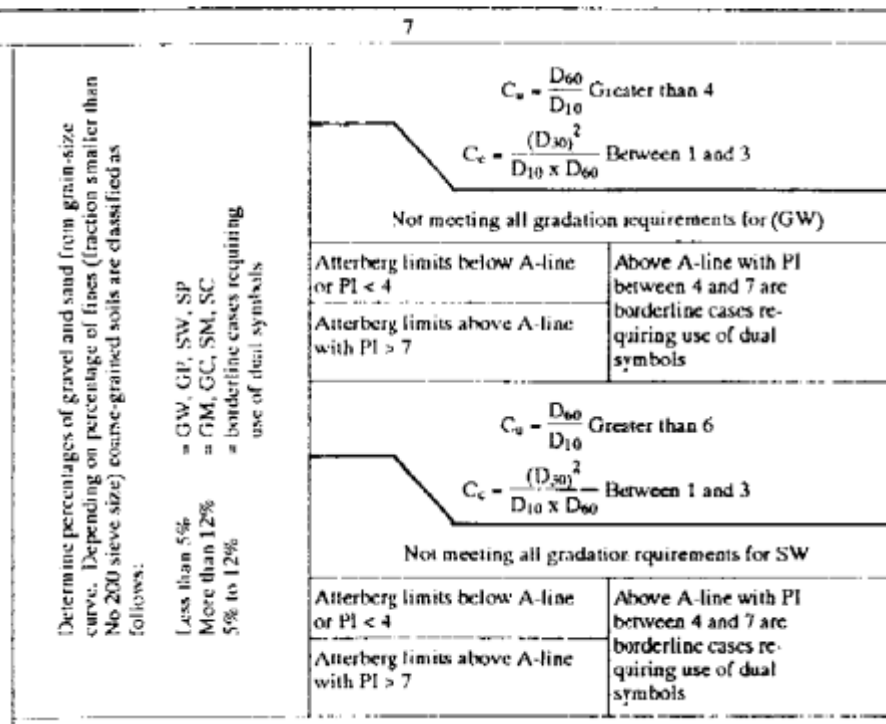
Una vez realizado el tamizado y se tiene la distribución de tamaños de los granos se puede clasificar el suelo.

De la AASHTO se obtiene lo siguiente:

Major Divisions (1)	Letter (2)	Letter (3)	Symbol		Name (6)	Value for Embankments (7)	Permeability Centimeters Per Second (8)
			Hatching (4)	Color (5)			
Coarse-grained soils	Gravel and gravelly soils	GW		Red	Well-graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines	Very stable, pervious shells of dikes and dams	$k > 10^{-2}$
		GP			Poorly graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines	Reasonably stable, pervious shells of dikes and dams	$k > 10^{-2}$
		GM		Yellow	Silty gravels, gravel-sand-silt mixtures	Reasonably stable, not particularly suited to shells but may be used for impervious cores or blankets	$k = 10^{-3}$ to 10^{-6}
		GC			Clayey gravels, gravel-sand-clay mixtures	Fairly stable, may be used for impervious cores	$k = 10^{-6}$ to 10^{-8}
	Sand and sandy soils	SW		Red	Well-graded sands or gravelly sands, little or no fines	Very stable, pervious sections, slope protection required	$k > 10^{-3}$
		SP			Poorly graded sands or gravelly sands, little or no fines	Reasonably stable, may be used in dike section with flat slopes	$k > 10^{-3}$
		SM		Yellow	Silty sands, sand-silt mixtures	Fairly stable, not particularly suited to shells but may be used for impervious cores or dikes	$k = 10^{-3}$ to 10^{-6}
		SC			Clayey sands, sand-silt mixtures	Fairly stable, may be used for impervious core for flood-control structures	$k = 10^{-6}$ to 10^{-6}
Fine-grained soils	Sils and clays LL < 50	ML		Green	Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands, or clayey silts with slight plasticity	Poor stability, may be used for embankments with proper control	$k = 10^{-3}$ to 10^{-6}
		CL			Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	Stable, impervious cores, and blankets	$k = 10^{-6}$ to 10^{-8}
		OL			Organic silts and organic silt-clays of low plasticity	Not suitable for embankments	$k = 10^{-4}$ to 10^{-6}
	Sils and clays LL > 50	MH		Blue	Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	Poor stability, core of hydraulic fill dam, not desirable in rolled fill construction	$k = 10^{-4}$ to 10^{-6}
		CH			Inorganic clays of high plasticity, fat clays	Fair stability with flat slopes, thin cores, blankets, and dike sections	$k = 10^{-6}$ to 10^{-8}
		OH			Organic clays of medium to high plasticity, organic silts	Not suitable for embankments	$k = 10^{-6}$ to 10^{-8}
Highly organic soils	Pt		Orange	Peat and other highly organic soils	Not used for construction		

Major Divisions		Letter	Symbol		Standard AASHTO Maximum Unit Dry Weight Pounds Per Cubic Foot (10)	Value for Foundations (11)	Requirements for Seepage Control (12)
(1)	(2)		Hatching (4)	Color (5)			
Coarse-grained soils	Gravel and gravelly soils	GW		Red	125 - 135	Good bearing value	Positive cutoff
		GP			115 - 125	Good bearing value	Positive cutoff
		GM		Yellow	120 - 135	Good bearing value	Toe trench to none
		GC			115 - 130	Good bearing value	None
	Sand and sandy soils	SW		Red	110 - 130	Good bearing value	Upstream blanket and toe drainage or wells
		SP			100 - 120	Good to poor bearing value depending on density	Upstream blanket and toe drainage or wells
		SM		Yellow	110 - 125	Good to poor bearing value depending on density	Upstream blanket and toe drainage or wells
		SC			105 - 125	Good to poor bearing value	None
Fine-grained soils	Sils and clays LL < 50	ML		Green	95 - 120	Very poor, susceptible to liquefaction	Toe trench to none
		CL			95 - 120	Good to poor bearing value	None
		OL			80 - 100	Fair to poor bearing value, may have excessive settlements	None
	Sils and clays LL > 50	MH		Blue	70 - 95	Poor bearing value	None
		CH			75 - 105	Fair to poor bearing value	None
		OH			65 - 100	Very poor bearing value	None
Highly organic soils	Pt		Orange	tractical	Remove from foundations		

Laboratory Classification Criteria



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Cu=7.8 y Cc=1.5 por lo que la arena se considera bien graduada e Ip=3

El suelo del estrato donde se cimentará la obra de paso está catalogado como SW-SM.

El Suelo es estable para terraplenages, tiene una permeabilidad de 10^{-6} m/s y se considera apto para cimentaciones superficiales

6. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DEL SUELO

Los ensayos realizados en la zona objeto de estudio han permitido diferenciar los siguientes niveles geotécnicos:

-Relleno que consiste en arenas finas limosas con bastantes cantos e indicios de restos cerámicos en 0.50 m en zonas no pavimentadas y Pavimento bituminoso de 25 cm + 30 cm de base en la zona asfaltada

-Estrato de 8, 5 m de potencia, homogéneo y horizontal en el plano de arenas bien graduadas con limos. Este nivel se considera adecuado como nivel de apoyo a la cimentación dado su elevada resistencia

-Roca (espesor indefinido) hay rechazo del sondeo. Del estudio geológico de la zona se intuye que es el macizo rocoso granítico descrito en la carta geológica de Oporto.

Los ensayos de humedad y densidad aparente realizados a 1.2 m han mostrado valores de estos parámetros de 10.4% y 2.08gr/cm³.

Los ensayos de agresividad realizados a 1.2 m se presentan en la siguiente tabla. De acuerdo con la EHE, la clase general de exposición es IIa (clase normal, humedad alta para los elementos de cimentación). En este sentido, se estará a lo dispuesto en la EHE (Artº 37) en lo relativo a relación máxima agua / cemento, dosificación mínima de cemento y resistencia mínima exigible.

TABLA 10. Resultados de ensayos de laboratorio: agresividad del suelo

<i>Prospección</i>	<i>Cota inicio</i>	<i>Cota fin</i>	<i>Sulfatos</i>	<i>Acidez Baumann Gully</i>	<i>Agresividad (EHE Artº 37.3.4)</i>
-	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>mg/Kg</i>	<i>m/Kg</i>	-
SR-1	1.20	1.80	NC	0.0	No agresivo

No se ha detectado la presencia del nivel freático en el sondeo realizado. Fuentes de la cámara municipal revelan que se encuentra a unos 20 m de profundidad.

Los ensayos realizados sobre el suelo del estrato en el que se cimentará la estructura en estudio quedan reflejados en la siguiente tabla:

TABLA Trabajo de laboratorio

<i>Ensayo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Norma</i>
Clasificación USCS	2	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	2	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	2	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	1	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	1	UNE 103301
Determinación del contenido en sulfatos	1	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	1	EHE

7. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DEL SUELO

ENSAYO CBR

La finalidad de este ensayo, es determinar la capacidad de soporte (CBR) del suelo y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. Es un método desarrollado por la división de carreteras del Estado de California (EE.UU.) y sirve para evaluar la calidad relativa del suelo para sub-rasante, sub-base y base de pavimentos.

El ensayo mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo obtener un (%) de la relación de soporte. El (%) CBR, está definido como la fuerza requerida para que un pistón normalizado penetre a una profundidad determinada, expresada en porcentaje de fuerza necesaria para que el pistón penetre a esa misma profundidad y con igual velocidad, en una probeta normalizada constituida por una muestra patrón de material chancado.

La expresión que define al CBR, es la siguiente:

$$\text{CBR} = (\text{carga unitaria del ensayo} / \text{carga unitaria patrón}) * 100 (\%)$$

De la ecuación se puede ver que el número CBR, es un porcentaje de la carga unitaria patrón.

En la práctica el símbolo de (%) se quita y la relación se presenta simplemente por el número entero.

Usualmente el número CBR, se basa en la relación de carga para una penetración de 2,5 mm. (0,1”), sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm. (0,2”) es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm. de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo, obtenido del ensayo de compactación Proctor.

Antes de determinar la resistencia a la penetración, generalmente las probetas se saturan durante 96 horas para simular las condiciones de trabajo más desfavorables y para determinar su posible expansión.

En este estudio se confeccionan 3 probetas, las que poseen distintas energías de compactación (lo usual es con 56, 25 y 10 golpes). El suelo al cual se aplica el ensayo, debe contener una pequeña cantidad de material que pase por el tamiz de 50 mm. y quede retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que esta fracción no exceda del 20% como es el caso.

Método para muestras remoldeadas, según NCh 1852

Equipo necesario

- Aparato para medir la expansión compuesto por una placa metálica provista de un vástago ajustable de metal con perforación de diámetro menor o igual a 1,6 mm. y un trípode metálico para sujetar el calibre comparador con indicador de dial.

- Prensa de ensayo de capacidad mínima de 44 KN. y cabezal o base movable a una velocidad de 1,25 mm/min para presionar el pistón de penetración en la probeta. Este equipo debe estar provisto de un dispositivo indicador de carga con lecturas de curso no menor que 50 mm.

- Molde metálico, cilíndrico de diámetro interior de $152,4 \pm 0,7$ mm. y altura de $177,8 \pm 0,1$ mm. Debe tener un collarín de extensión metálico de 50,8 mm. de altura y una placa base metálica de 9,5 mm. de espesor, con perforaciones de diámetro igual o menor que 1,60 mm.

- Disco espaciador metálico, cilíndrico, de 150,8 mm. de diámetro y 61,4 mm. de altura.

- Pisón metálico con una cara circular de $50 \pm 0,2$ mm. de diámetro y con una masa de 2500 ± 10 grs. La altura de caída debe ser 305 ± 2 mm. controlada por una guía tubular.

- Pistón de penetración metálico de $50 \pm 0,5$ mm. de diámetro y no menor que 100 mm. de largo.

- Sobrecargas, una metálica anular y varias metálicas ranuradas con una masa de 2,27 kgs. cada una y 149,2 mm. de diámetro, con una perforación central de 54 mm. de diámetro.

- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en $110^{\circ} \pm 5^{\circ}$ C.

- Herramientas y accesorios. Estanque lleno de agua, pailas o bandejas de mezcla, depósito de remojo, papel filtro, platos y tamices.

Después de haber efectuado dichos ensayos, se han obtenido unos valores de CBR del suelo de 15.

Presiones admisibles o de trabajo del terreno

La presión admisible o de trabajo (σ_{adm}) es la máxima tensión que se puede transmitir al terreno sin que la estructura sustentada sufra daños.

La tensión admisible es aquella que se aleja de la presión de hundimiento en base a un factor de seguridad mínimo ($\sigma_{adm} = p_h/FS$), y al mismo tiempo da lugar a un asiento

Naturaleza del terreno	Presión admisible en kg/cm ² , para profundidad de cimentación en m de:				
	0	0.5	1	2	≤3
1. Rocas (1)					
No estratificadas	30	40	50	60	60
Estratificadas.	10	12	16	20	20
2. Terrenos sin cohesión (2)					
Graveras	-	4	5	6.3	8
Arenosos gruesos	-	2.5	3.2	4	5
Arenoso finos	-	1.6	2	2.5	3.2
3. Terrenos coherentes					
Arcillosos duros	-	-	4	4	4
Arcillosos semiduros	-	-	2	2	2
Arcillosos blandos	-	-	1	1	1
Arcillosos fluidos	-	-	0.5	0.5	0.5
4. Terrenos deficientes	En general resistencia nula, salvo que se determine experimentalmente el valor admisible.				
Fangos					
Terrenos orgánicos					
Rellenos sin consolidar					

Lo que da un valor de presión admisible de entre 250 KPa y 400 Kpa dependiendo de la profundidad de la cimentación escogida.

Como se demostrará a continuación la base de la zapata estará a 2,75 m de profundidad por lo que se tomará una presión admisible de 375 KPa, lo que proporciona un factor de seguridad de valor 6 como se demostrará a continuación.

Es importante recalcar que la fundación se apoya en suelos no sujetos a cambios fuertes de volumen por variaciones de la humedad (suelos colapsables, arcillas expansivas, rellenos, etc), de forma que no se generarán asentamientos no previstos.

En el anejo de climatología se observa que el suelo no será susceptible de padecer heladas

La licuación es la disminución de la resistencia al corte en un suelo no cohesivo saturado, debido al aumento de la presión intersticial durante un terremoto, pudiendo llegar a producirse la anulación de la presión efectiva en sus partículas, así como deformaciones permanentes significativas.

Como el terreno a cimentar está formado por un estrato de arena pero no está total ni parcialmente bajo el nivel freático no se considera que el terreno pueda padecer fenómenos de licuación.

La inexistencia del nivel freático en la realización del sondeo garantiza que la arena densa está libre de padecer fenómenos de licuefacción debido a un posible sismo.

Existen tres tipos de asientos:

- Asientos inmediatos: Los producidos por la aplicación inmediata de la carga; propio de arenas compactas sometidas a cargas instantáneas $D_h = D_h \text{ inst.}$
- Asentamientos por consolidación. Deformación volumétrica producida en el tiempo, propia de arcillas saturadas, por lo que no se considera en este caso.
- Asentamientos Consolidación Secundaria: Reacomodo de las partículas del suelo, sin variación de presiones efectivas, en suelos cohesivos. En este caso, no se produce ya que el suelo no es cohesivo

El único asiento considerado en este caso es el asiento inmediato producido por las cargas aplicadas. Normalmente solo se consideran cargas permanentes pero el proyectista ha preferido considerar la combinación de acciones frecuentes para estar del lado de la seguridad.

El proyectista ha decidido limitar el valor del asiento recurriendo a los asientos máximos en edificios, ya que la normativa española no define un valor máximo para los asientos en puentes.

<i>Características</i>	<i>Asiento general máximo (mm)</i>	
	<i>Terrenos no cohesivos</i>	<i>Terrenos cohesivos</i>
Obras de carácter monumental	12	25
estructura de hormigón armado de gran rigidez	35	50
estructura de hormigón armado de pequeña rigidez		
Estructuras metálicas hiperestáticas	50	75
muros de fábrica		
Estructuras metálicas isostáticas		
Estructuras de madera	50 *	75 *
Estructuras provisionales		

(*) : comprobando que no se produce desorganización en la estructura .

Se ha considerado un valor de asiento máximo de 35 mm.

Dichos asientos se han de haber producido al terminar la fase constructiva. Es un valor razonable, teniendo en cuenta que las cargas a soportar son enormes. En el Bridge Design To Eurocodes Worked Examples admite asientos de hasta 50 mm para casos similares al abordado.

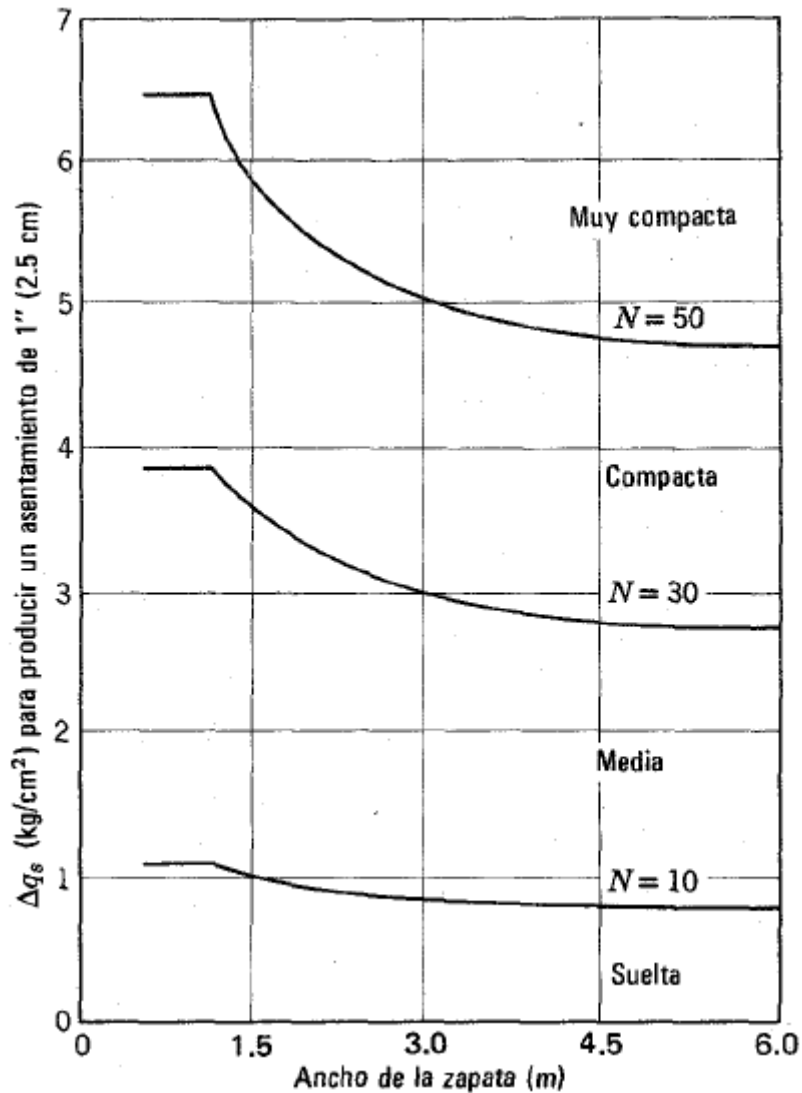
TABLA Asientos admisibles en función de la distorsión angular

<i>Características</i>	<i>Distorsión angular β *</i>
Límite de seguridad frente a la fisuración	1 / 500
Aparición de fisuras ...	1 / 300
Fisuras y daños en elementos estructurales	1 / 150

(*) : diferencia de asientos entre dos puntos dividida por la distancia en planta entre dichos puntos

Se ha limitado la distorsión angular a 1/500. Esto se habrá de tener en cuenta en aquellos vanos menos cargados que los centrales, ya que son los principales puntos conflictivos en cuanto a este fenómeno.

También se puede observar en la siguiente tabla, a partir de los datos obtenidos del ensayo SPT, se puede obtener una estimación de la carga que hace que el terreno asiente 2,5 cm. Como se supone un medio elástico, nos servirá para determinar el asiento final del terreno bajo la cimentación en condiciones de servicio, para así poder calcular los esfuerzos que produce sobre los elementos de la estructura.



Para el caso abordado en que el valor del SPT es de 45, el ancho de la zapata es de valor 5,75m como se demostrará a continuación, se obtiene una presión de 4,3 kg/cm² para obtener un asentamiento de 2.5 cm. Para calcular la presión que produciría un asentamiento máximo de 3,5 cm como se ha estipulado anteriormente, se hace una variación proporcional, ya que el suelo se ha considerado como un medio elástico. La presión para producir un asentamiento máximo de 3,5 cm es de 6 Kg/cm², es decir 600 KPa.

Como las tensiones máximas se han limitado a 375 KPa, se garantizará que los asentamientos serán inferiores al máximo estipulado.

Otra manera de poder estimar el asiento que se producirá en el terreno debido a las cargas verticales es el Subgrade Reaction Modulus, con dimensiones KN/m³. Este parámetro se relaciona con la superficie de la cimentación para poder obtener una referencia de la rigidez del suelo. Cabe destacar que esto es solo una aproximación y que se deben tener en cuenta factores de seguridad conservadores.

En la siguiente tabla se observan los distintos valores de dicho parámetro para distintos tipos de suelo:

Soil	k_s , kcf	k_s , kN/m ³
Loose sand	30–100	4800–16 000
Medium dense sand	60–500	9600–80 000
Dense sand	400–800	64 000–128 000
Clayey medium dense sand	200–500	32 000–80 000
Silty medium dense sand	150–300	24 000–48 000
Clayey soil:		
$q_u \leq 200$ kPa (4-ksf)	75–150	12 000–24 000
$200 < q_u \leq 400$ kPa	150–300	24 000–48 000
$q_u > 800$ kPa	> 300	> 48 000

En el caso abordado se considera un valor de 64000 KN/m³.

Con el valor del axil máximo que padecerá una zapata que soporte los vanos centrales de 29 m de longitud asociada al pilar y de valor $N_{ed} = 20318$ KN como se demostrará a continuación, produciría un asiento calculado mediante la ley de Hook, suponiendo el suelo como un medio elástico:

$$F=K \cdot u$$

Para unas dimensiones de la zapata de 72 m² como se demostrará a continuación se obtiene una rigidez de 4608000 KN/m, es de valor $F=20318$ KN, se obtiene un asiento menor a un centímetro que es un valor totalmente aceptable y que no inducirá esfuerzos como se verá en otros apartados de este proyecto.

Dado que las cargas de los otros pilares son muy parecidos y las luces de los vanos moderadas, se considera que cumple de sobras las condiciones de distorsiones angulares máximas permitidas.

7. CÁLCULO DE CIMENTACIONES:

Se define la presión admisible como aquélla que cumple el criterio de seguridad frente al hundimiento y que no genera asientos inadmisibles. En definitiva, la presión admisible de la cimentación es el menor valor de entre la presión admisible frente al hundimiento y la presión admisible por asientos.

Para estar correctamente diseñadas las cimentaciones, éstas deben cumplir unas determinadas condiciones (transmitir al terreno las cargas con deformaciones tolerables garantizando una seguridad suficiente frente a rotura y hundimiento, poseer resistencia como elemento estructural, no resultar afectada por la eventual agresividad del terreno, estar

suficientemente protegida frente a las modificaciones naturales o artificiales del entorno, entre otras).

Habitualmente el diseño se realiza por tanteos ya que no se dispone de métodos para obtener directamente una presión de trabajo p_{adm} , con un coeficiente de seguridad preestablecido respecto a la presión de hundimiento p_h que al mismo tiempo dé asientos admisibles. El procedimiento tradicional comprende:

- Determinación de la presión hundimiento del terreno (para unas dimensiones de cimentación aproximadas).
- Obtención de la presión de trabajo o admisible introduciendo coeficientes de seguridad adecuados.
- Reajuste si es necesario de las dimensiones de la cimentación.
- Cálculo de los asientos.
- Modificación de las dimensiones si los asientos no son admisibles.

Además de la comprobación o cálculo de las dimensiones de la base de la zapata, será aconsejable realizar las comprobaciones, verificaciones y recomendaciones que se describen en las normativas que contemplan esta materia las cuales recogen las comprobaciones para verificar que una cimentación superficial cumple los requisitos necesarios que se basan en el método de los estados límite.

Para ELU establecen:

- Hundimiento.
- Deslizamiento.
- Vuelco.
- Estabilidad global.
- Capacidad estructural del cimientto.

Para ELS:

- Deformaciones (asientos).
- Movimientos máximos.

A su vez establece otras comprobaciones adicionales:

- Las condiciones que aseguren el buen comportamiento de la cimentación que habrán de mantenerse durante su vida útil.
- Tomar en consideración que la seguridad de la cimentación puede verse comprometida por problemas como: estabilidad de excavaciones durante la ejecución de la cimentación; asientos por mala calidad en la construcción (falta de limpieza del fondo de las excavaciones, por ejemplo efectos sísmicos sobre el propio terreno de cimentación (licuefacción).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Se establecen también unas pautas de control para este tipo de cimentaciones:

- Las comprobaciones a realizar sobre el terreno de cimentación.
- Las comprobaciones a realizar sobre los materiales de construcción.
- Las comprobaciones durante la ejecución.
- Las comprobaciones finales.

En la Guía de cimentaciones de obras de carretera se recogen también las siguientes consideraciones acerca de las cimentaciones superficiales:

- Las comprobaciones a realizar (ELU, ELS, Otros problemas de las cimentaciones superficiales).
- La definición de las situaciones de proyecto o configuración geométrica o características geotécnicas (resistencia, deformabilidad, permeabilidad, y otros parámetros) o acciones
- clasificación de las situaciones de proyecto
- cimentación rectangular equivalente
- presiones verticales
- presión de servicio
- Estabilidad global.
- Seguridad frente al hundimiento.
- Seguridad frente al deslizamiento.
- Seguridad frente al vuelco.
- Estimación de movimientos.
- Esfuerzos de los elementos de cimentación.

Símbolo	Definición
Presión de carga total bruta Qb	Presión vertical en el plano de cimentación debida a todas las cargas sobre dicho plano
Presión de carga neta Qneta = qb - q0	Diferencia entre la presión de carga bruta y la presión vertical total en el terreno adyacente en el plano de cimentación
Presión de carga efectiva bruta Qb' = qb - u	Diferencia entre la presión de carga bruta y la presión neutra en el plano de cimentación
Presión de carga efectiva neta qb'neta = qb' - p'o = qb - Po = qneta	Diferencia entre la presión de carga efectiva bruta y la presión vertical efectiva en el terreno adyacente en el plano de cimentación
Presión de carga de hundimiento Qh	Presión de carga para la cual el terreno rompe por plastificación provocando el hundimiento o fallo de la cimentación. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta (ejemplo: q'net,i es la presión de carga efectiva neta que produce la rotura del terreno)
Presión de carga segura máxima Qs	Es la presión de carga para la cual el riesgo de hundimiento es adecuadamente pequeño. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta
Presión de carga admisible Qadm	Es la presión de carga admisible desde el punto de vista del hundimiento y del asentamiento. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta
Presión de carga de trabajo Qw	Presión de carga a la que se somete la cimentación. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta.
Presión de carga de conjunto Q	Presión vertical en el plano de cimentación debida a todas las cargas sobre dicho plano.

8. DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

Tipología de cimentación	-	zapata conjunta	
Profundidad de empotramiento de la cimentación	m	1.5m	
Densidad del terreno sobre el plano de cimentación	T/m ³	2	
Densidad del terreno bajo el plano de cimentación	T/m ³	2	
Análisis para carga de hundimiento	-	Largo plazo	
Ángulo de rozamiento efectivo	°	37°	
Cohesión efectiva	Kp/cm ²	0	
Modelo constitutivo para estimación de asientos	-	Elástico – largo plazo	
Asiento admisible	cm	3.5	
Compresibilidad del terreno bajo la cimentación	Potencia	E'	v
	m	Kp/cm ²	-
Nivel 1	0.5	200	0.3
Nivel 2	10	600	0.3
Nivel 3	indefinido	-	-

9. MECANISMOS DE ROTURA DEL SUELO

El hundimiento de la cimentación es movilización de la máxima resistencia al esfuerzo cortante en el suelo a lo largo de una superficie de deslizamiento acompañada con deformaciones verticales (“asientos”) elevadas y generalmente acompañadas con giros o incluso vuelcos de la estructura sustentada.

El mecanismo de rotura que puede desarrollarse depende del tipo de suelo y muy particularmente de sus características resistentes y de su compresibilidad.

Se consideran tres tipos de mecanismo de rotura:

- Mecanismo de rotura general.
- Mecanismo de rotura por punzonamiento.
- Mecanismo de rotura local.

Mecanismo de rotura general:

Si el suelo es poco compresible, el mecanismo de rotura se desarrolla sin cambio de volumen y las deformaciones verticales de la cimentación solamente se producen si se moviliza una masa de terreno a lo largo de una superficie de deslizamiento. Este mecanismo de rotura es el más general en cimentaciones superficiales y es el que se va a analizar con más detalle en este tema.

-Características de este mecanismo:

- a) Superficies de deslizamiento bien definidas que afloran en la superficie del terreno.
- b) Levantamientos del terreno a ambos lados. Aunque la teoría indica una rotura simétrica, pequeñas irregularidades hacen que sea asimétrica con giros más o menos importantes.
- c) La rotura puede ser repentina y catastrófica y se identifican de modo más o menos claro, en el terreno, las zonas que se muestran en la figura



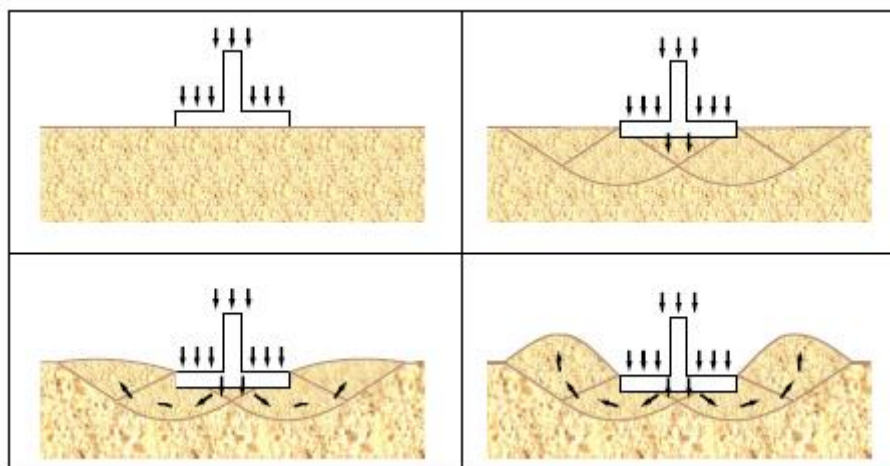
Mecanismo de rotura general

-Suelos típicos:

Este tipo de mecanismos suele producirse en suelos homogéneos de baja o media compresibilidad: arenas densas o muy densas y arcillas saturadas, en condición de carga a corto plazo (sin drenaje).

Por lo que este será un posible mecanismo de rotura en este caso.

En la siguiente figura se muestra una secuencia del mecanismo de rotura general.



Secuencia del mecanismo de rotura general en el terreno

Mecanismo de rotura por punzonamiento:

Si el suelo es muy compresible, las deformaciones verticales de la cimentación pueden producirse por la disminución del volumen del suelo debajo de la cimentación. Este mecanismo de rotura es muy habitual en cimentaciones profundas. En este caso no se considera este tipo de mecanismo de rotura, ya que el terreno es muy compacto.

-Características de este mecanismo:

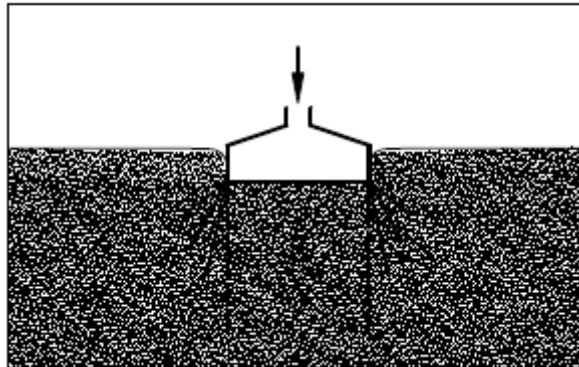
- a) Superficies de deslizamiento bien definidas solamente debajo de la cimentación.
- b) Se producen grandes desplazamientos verticales debido a la compresibilidad del suelo.
- c) La rotura puede no ser catastrófica. No se producen levantamientos laterales del terreno ni giros destacables.

-Suelos típicos:

Suelos de alta compresibilidad: arenas muy sueltas, arcillas plásticas parcialmente saturadas, arcillas normalmente consolidadas en condición de drenaje.

En la figura se muestra el mecanismo de rotura por punzonamiento.

Mecanismo de rotura por punzonamiento



Mecanismo de rotura local:

Con cierta compresibilidad del terreno, puede aparecer una situación intermedia entre las dos anteriores que es la rotura local.

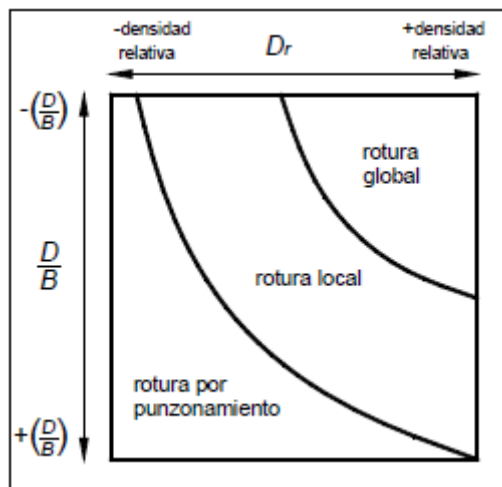
-Características de este mecanismo:

- a) Superficies de deslizamiento bien definidas solamente debajo de la cimentación.
- b) Se requieren grandes deformaciones verticales para que la superficie de rotura aparezcan en la superficie del terreno.
- c) A ambos lados de la cimentación, los levantamientos son escasos. No se tiende a producir ningún giro en la cimentación y la rotura no suele ser catastrófica

-Suelos típicos:

Suelos de compresibilidad moderada: arenas medianamente densas, por lo que en este caso no será éste el mecanismo de rotura.

Los diferentes mecanismos de rotura pueden clasificarse en forma de ábaco relacionándolos con la densidad relativa del suelo susceptible más probable. La figura muestra un ábaco esquemático tipo para un suelo homogéneo en función del ancho de la cimentación B y de la profundidad de apoyo D .

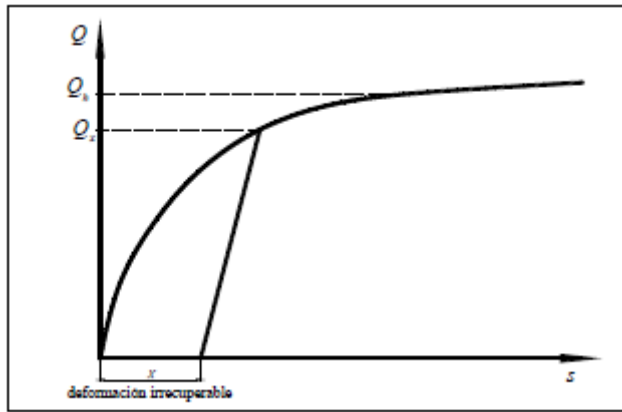


Ábaco esquemático Mecanismo de rotura-Resistencia para un suelo homogéneo

En dicho ábaco se puede observar claramente que el suelo donde se apoyarán las cimentaciones de la obra de paso tendrá un mecanismo de rotura global, ya que su densidad relativa es elevada y la relación profundidad-ancho de la zapata es pequeño.

Estimación de la presión de hundimiento y de la presión admisible a partir de ensayo in situ

Se puede determinar la presión de hundimiento y la tensión admisible a partir de ensayos in-situ. Uno de los ensayos más clásicos es el ensayo de placa de carga. El ensayo consiste en aplicar una carga al terreno mediante una placa metálica poco deformable y medir el asiento mediante un comparador. Este ensayo está muy normalizado y lo que obtenemos es una gráfica parecida a la que se muestra en la Figura 4.28.

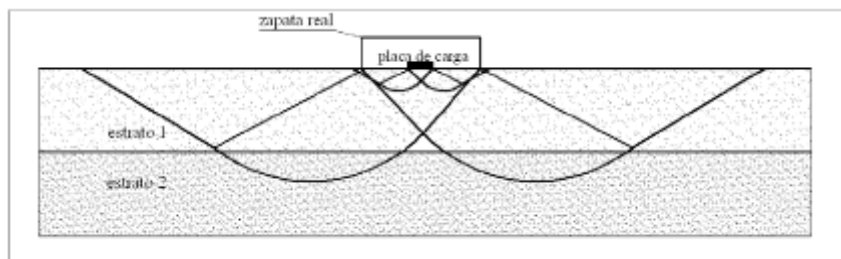


Resultado de un ensayo de placa de carga

La carga de hundimiento se estima cuando se estabiliza el asiento, es decir que a carga constante el suelo asienta de forma más o menos continuada. La presión de hundimiento la determinamos como:

$$p_h = \frac{Q_h}{A_{placa}}$$

El inconveniente principal de este ensayo es que existe un problema de escala que no se puede resolver. El área de influencia o bulbo de tensiones es proporcional a la dimensión de la cimentación, y estos ensayos emplean placas de carga de diámetro 30 cm ó 60 cm como máximo mientras que una cimentación real puede ser de 2-3 metros o más. Esto hace que el ensayo no pueda detectar estratos más profundos que sí afectan a la zapata.



Área de afectación de la zapata vs área de afectación de una placa de carga

La tensión admisible se calcula de la siguiente forma:

$$p_{adm} = \min(q_3, \frac{2}{3}q_{10}, \frac{1}{2}q_{20})$$

Siendo por ejemplo q_3 tal que produce un asiento de 3 mm irrecuperable al descargar donde

$$q_3 = \frac{Q_x}{A_{placa}}$$

Otra metodología para calcularla está basada en el ensayo SPT y fue propuesta por Meyerhof (de hecho, hay muchas expresiones alternativas para estimarla a partir de los resultados del ensayo SPT). Según el autor la tensión admisible de un suelo se puede calcular según la siguiente expresión:

$$\sigma_{adm} = \alpha\beta\gamma N$$

Donde:

N : Número de golpes del ensayo SPT de valor medio 45

α : es un parámetro de forma que depende del ancho de la cimentación y puede tomar los siguientes valores:

$$\alpha = 0.2 \text{ si } B \leq 1.20\text{m}$$
$$\alpha = \left(\frac{B+30.5}{B}\right)^2 \text{ si } B > 1.20\text{m con } B \text{ en cm}$$

De valor 1.15 en el caso abordado

β : es un parámetro que tiene en cuenta la presencia del NF y puede tomar los siguientes valores:

$\beta = 1$ Ensayo en terreno seco y el NF puede subir hasta una distancia B , como máximo, del plano de apoyo de la zapata. Este es el valor a tomar.

$\beta = 0.5$ Ensayo en terreno seco y el NF puede subir hasta el plano de la cimentación. En situaciones intermedias se puede interpolar linealmente.

γ : es un parámetro que tiene en cuenta el empotramiento de la cimentación y puede tomar los siguientes valores:

$$\gamma = 1 + \frac{D}{B} \leq 2$$

donde:

D : empotramiento de la cimentación en el terreno.

B : ancho de la cimentación.

Expresión de Brinch-Hansen. Coeficientes correctores

El método de cálculo para obtener la presión de hundimiento de una cimentación propuesto por Brinch Hansen (1961) es una recopilación de diferentes métodos de cálculo propuestos por diferentes autores, aunque básicamente parte de la ecuación de Terzaghi, en cuanto a formato de expresión, a la que le añade unos parámetros correctores de forma, profundidad e inclinación de la carga.

La expresión de Brinch Hansen o expresión general para el cálculo de la presión de hundimiento es la siguiente:

$$p_h = qN_q s_q d_q i_q + cN_c s_c d_c i_c + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Siendo:

c : cohesión del terreno e igual a cero en este caso

q : sobrecarga equivalente al peso del terreno (y acciones exteriores) que hay por encima de la base de la cimentación es decir 30KN/m²

s : parámetro corrector de forma de la cimentación. Este parámetro tiene en cuenta que la cimentación pueda no ser corrida, de tal modo que el efecto tridimensional favorece en general (s_q y s_c) al incremento de la presión de hundimiento.

d : parámetro corrector de la profundidad de la cimentación. Este parámetro incorpora a la expresión la contribución al corte del terreno que hay por encima de la base de la cimentación.

i : parámetro corrector de inclinación. Este parámetro tiene en cuenta que la carga pueda estar inclinada, con lo que la cimentación debe resistir una componente horizontal.

B : ancho de la cimentación o diámetro en el caso de cimentaciones circulares.

γ : Peso del terreno

N : Factores de capacidad de carga:

$$N_q = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \text{tg} \phi}; N_c = (N_q - 1) \cot \phi; N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg} \phi$$

N_q y N_c tienen la misma expresión que en el modelo de Prandtl. N_c procede del teorema de los estados correspondiente. N_γ en cambio es el de la expresión de Terzaghi.

Para el caso abordado, con el ángulo de rozamiento interno de valor 38° (0.66 rad) se obtiene:

$N_q = 65.53$

$N_c = 82.65$

$N_\gamma = 103.88$

Existen varias expresiones de diferentes autores para calcular los parámetros de forma, profundidad e inclinación. A continuación se muestran algunos ejemplos para zapatas rectangulares de dimensiones BL ($B \leq L$).

s: Factores de forma:

Estos factores tienen en cuenta que una zapata puede no ser corrida. Una zapata aislada genera más presión de hundimiento (s_q y s_c) y los coeficientes de forma s_q y s_c son mayores que en el caso de zapata corrida.

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi; s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}; s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

En este caso en que la cimentación es corrida y B y L son 5,75 y 12m respectivamente, como se demostrará a continuación se obtienen unos factores de forma de valores:

$$S_q = 1.32, S_c = 1.38, S_\gamma = 0.80$$

d: Factores de profundidad:

Estos factores tienen en cuenta que la zapata no está apoyada en superficie, sino que está empotrada una profundidad D .

-Para profundidades pequeñas ($D/B < 1$):

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B}; d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan \phi}; d_\gamma = 1$$

-Para profundidades grandes ($D/B \geq 1$):

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctan \left(\frac{D}{B} \right) \text{ (nota: } \arctan \left(\frac{D}{B} \right) \text{ en radianes).}$$

$$d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan \phi}; d_\gamma = 1$$

En este caso $D/B = 0.5$, por lo que los factores de profundidad son de valor

$$D_q = 1.23, d_c = 1.22 \text{ y } d_\gamma = 1$$

i: Factores de inclinación:

Estos factores tienen en cuenta que la carga a la zapata puede llegar con una cierta inclinación. En este caso, la carga se descompone en una componente vertical V y otra horizontal H . Se supone que H forma un ángulo ϵ con el lado de la zapata.

$$m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}; \quad m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}; \quad m = m_L \cos^2 \xi + m_B \sin^2 \xi$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + BLc \cot \phi} \right)^m; \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \tan \phi}; \quad i_r = (i_q)^{\frac{m+1}{m}}$$

En este caso dicha inclinación es mínima ya que las cargas dominantes son las verticales (del orden de 100 veces mayor), por lo que dichos parámetros se consideran igual a la unidad para el caso abordado.

10. ACCIONES SOBRE LA ZAPATA

Se considera que la combinación de cargas más desfavorable para las cimentaciones es aquella que produce unos esfuerzos en la base de los pilares centrales tales que:

PILAR 1

$$N_{d,max} = 1.35 (3586 + 774 + 510) + 1.5 (800 + 1590) = 10159 \text{ KN}$$

$$M_{d,y} = 1.35 (- 1118.35 - 88) + 1.5 (- 497 - 250) = 2748 \text{ KNm}$$

$$M_{d,z} = \pm 3780 \text{ KN m}$$

PILAR 2

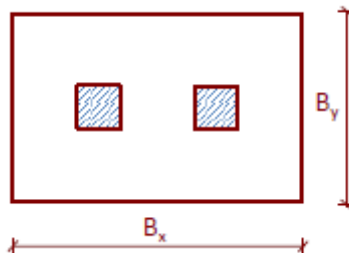
$$N_{d,max} = 1.35 (3586 + 774 + 510) + 1.5 (800 + 1590) = 10159 \text{ KN}$$

$$M_{d,y} = 1.35 (- 1118.35 - 88) + 1.5 (- 497 - 250) = 2748 \text{ KNm}$$

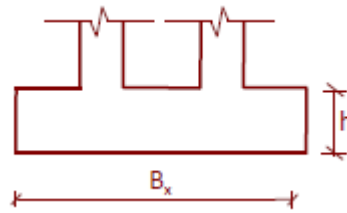
$$M_{d,z} = \pm 846 \text{ KNm}$$

ETAPAS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZAPATAS:

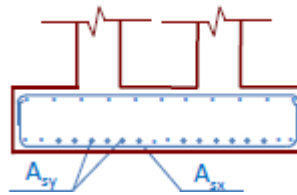
1.-Dimensionamiento en planta



2.- Dimensionamiento de la altura



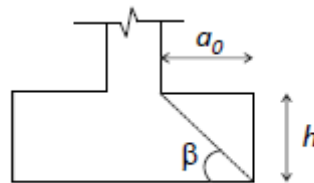
3.- Dimensionamiento de armaduras ($A_{s,x}$ y $A_{s,y}$)



En este caso se ha decidido dimensionar zapatas corridas que cumplan con la condición de rigidez, para poder considerar que los esfuerzos en la base de la cimentación tienen una ley de interacción lineal entre el suelo y la estructura.

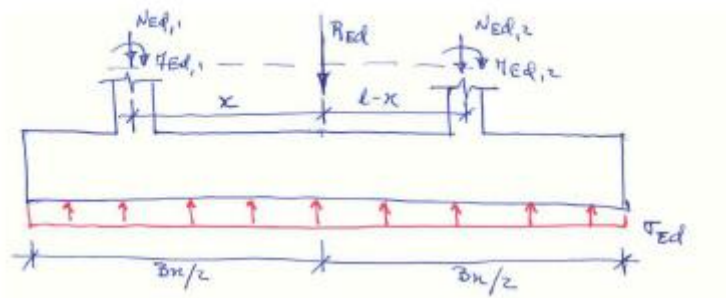
Dicha condición de rigidez ha de cumplir que:

$$H > a_0/2$$



Donde h es la altura de la zapata y a_0 es el mayor voladizo de la zapata

Para dimensionar en planta, primero hay que definir las variables:



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

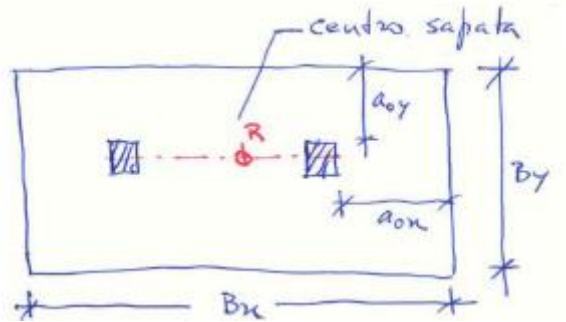
Para los esfuerzos que se sospecha que son los más desfavorables se obtiene:

$N_{ed,1} = 10159 \text{ KN}$, $M_{ed,1} = 2748 \text{ KNm}$, $N_{ed,2} = 10159 \text{ KN}$, $M_{ed,2} = -2748 \text{ KNm}$

$R = N_{ed,1} + N_{ed,2} = 20318 \text{ KN}$

$$x = \frac{(M_{ed,1} + M_{ed,2} + N_{ed,2} \times 7.14)}{R} = 3.57 \text{ m}$$

Es decir la resultante de los esfuerzos recae en el centro de la zapata



1.-DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

Para obtener una primera aproximación de las dimensiones en planta de dicha zapata hay que cumplir la condición:

$$\sigma_{ed} = \frac{(N_{ed,1} + N_{ed,2}) \times 1.1}{B_x B_y} \leq \sigma_{rd, \text{suelo}}$$

Donde σ_{rd} se supondrá de 375 KPa, un valor muy conservador teniendo en cuenta las condiciones del suelo, pero ello garantiza una cierta confianza al proyectista, que debido a su inexperiencia, prefiere estar del lado de la seguridad.

Para la obtención de las variables Bx, efectiva y By, efectiva se intentará igualar los valores a_{0x} y a_{0y}

Entonces podemos definir el área mínima de la zapata para resistirá el axil

$$A_{ef} = \frac{20318 \times 1.1}{375} = 54.18 \text{ m}^2$$

Se calcula el área efectiva como:

$$A_{ef} = (8.74 + 2ax) \times (1.6 + 2ay) > 55$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado se obtiene un valor de $a_{0x} = a_{0y} > 1.5 \text{ m}$

Es decir las dimensiones de las zapatas para resistir el axil sin sobrepasar la tensión admisible son:

$$B_x = 12 \text{ m}$$

$$B_y = 5 \text{ m}$$

Ahora, en el caso de la dimensión B_y , hay que añadirle la anchura necesaria para resistir el momento más desfavorable que actúa junto con el axil. Para ello se obtiene la excentricidad del axil mediante la relación:

$$\text{excentricidad}, y = \max\left(\frac{M_{z1}}{N_1}, \frac{M_{z2}}{N_2}\right) = 0.37 \text{ m}$$

La dimensión B_y final tendrá que ser:

$$B_y = 5 + 2 \times 0.37 = 5.75 \text{ m}$$

Y la dimensión B_x es de 12,5m usando el mismo sistema.

Cabe destacar que estos valores han sido calculados para la combinación de acciones que se sospecha que sea la más desfavorable y que una vez obtenidas las demás combinaciones, sobre todo las sísmicas, habrá que verificar que dichas dimensiones no produzcan mayores tensiones que las admisibles de diseño considerando un factor de seguridad elevado.

El área total es de 69 m^2 .

2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA DE LA ZAPATA

La altura mínima para garantizar la condición de rigidez de la cimentación y poder considerar que la ley de tensiones de interacción suelo-cimentación es lineal, es:

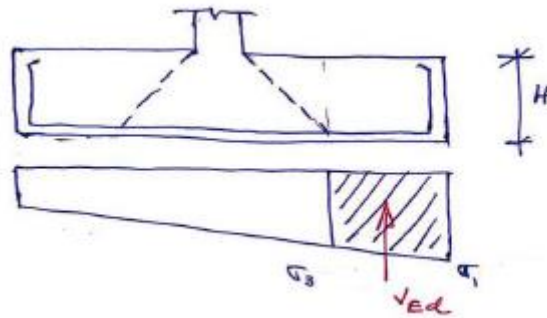
$$H > a_0/2 > 1 \text{ m.}$$

Se considerará $H = 1,30 \text{ m}$ para una primera aproximación.

Por criterios constructivos, se dispondrá en todas las bases de las zapatas de capas de regularización mediante hormigón pobre de 10 cm de espesor. Sus características vienen definidas en el pliego.

Lo que condiciona el dimensionamiento de la altura es el punzonamiento ejercido al transmitir los esfuerzos axiales de los pilares a la zapata.

Para el dimensionamiento y la verificación del punzonamiento, se aplicará el método simplificado proporcionado en el anejo del eurocódigo portugués que permite estimar la tensión de corte de la sección situada a una distancia d de la base del pilar pero aplicada en una sección de control situada a una distancia $d/2$ como se muestra en la siguiente imagen.



$$\sigma_1 = \frac{R}{A_{total}} + \frac{6Medz}{Bx^2By} + \frac{6Medy}{Bx2By} = 376 \text{ Kpa}$$

Del mismo modo

$$\sigma_2 = 187.6 \text{ KPa}$$

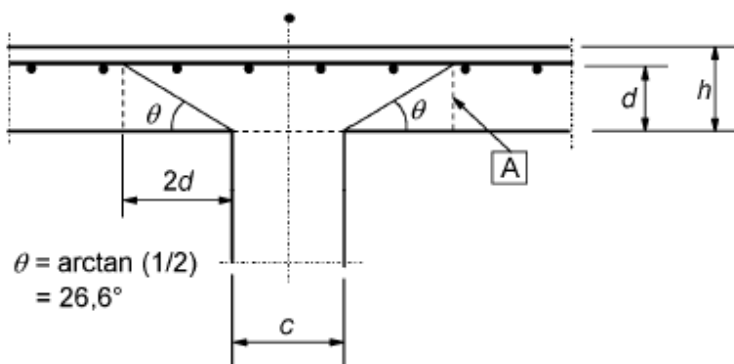
Y se procede a calcular la tensión de referencia:

$$\sigma_{ref} = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 328 \text{ KPa}$$

σ_3 será función del perímetro crítico de control y se obtendrá mediante interpolación lineal.

Según el Eurocódigo, se puede hacer una comprobación para varios perímetros situados entre $0,5d$ y $2d$ de la cara del pilar.

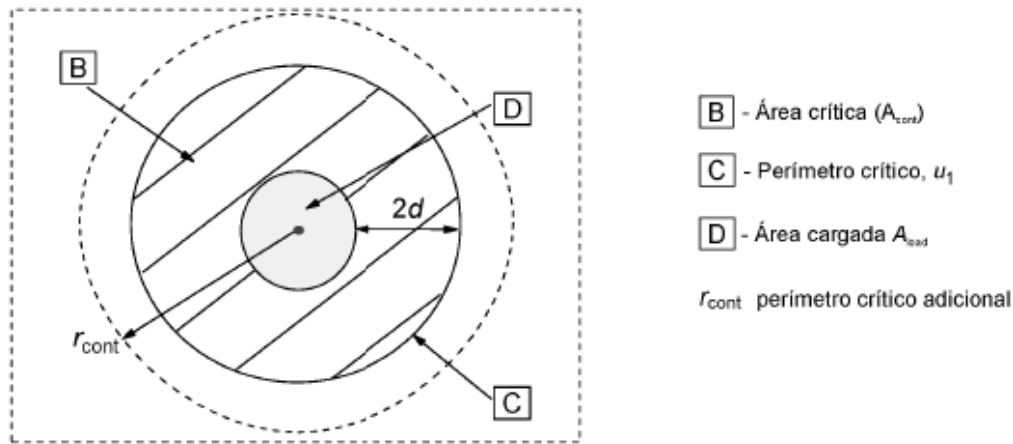
Ned	10159	fck	30
Med	3780	cuantía	0,02
Bx	12,5	a0x	1,9
By	5,75	a0y	2
bx	1,6	Hmin	1
by	1,6	H	1,3
tension media	282	d	1,25
tension ref.	328	k	1,4



A - Sección crítica

Se habrá de calcular la resistencia al punzonamiento para todas las secciones desde $0,5d$ y $2d$

0.02



Donde la resistencia se calcula mediante:

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \times 2d / a \geq v_{min.} \times 2d / a$$

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

$$v_{Ed} = V_{Ed,red} / ud$$

Donde

f_{ck} en MPa

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad d \text{ en mm}$$

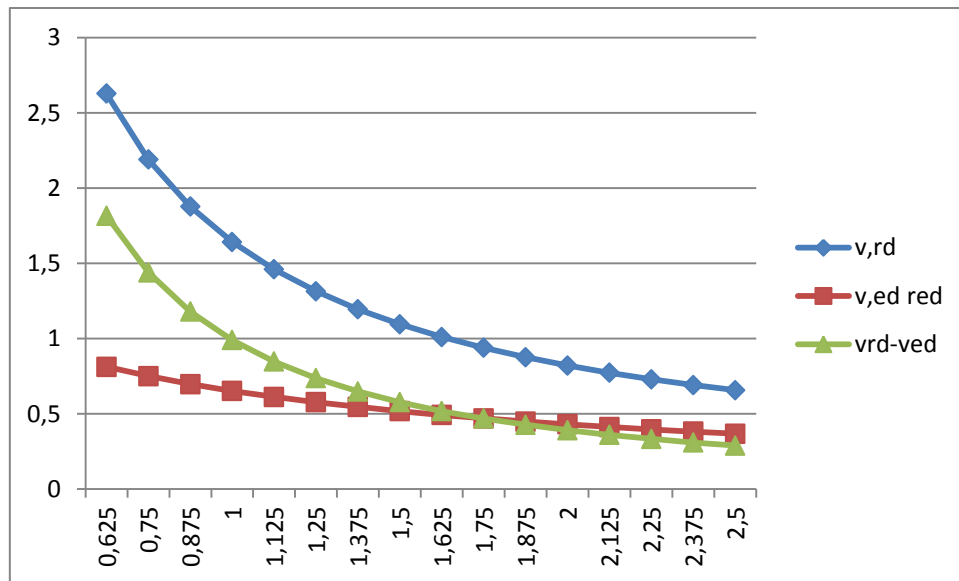
$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0,02$$

ρ_{ly} , ρ_{lz} se refieren a las cuantías de la armadura adherente de tracción en las direcciones y y z, respectivamente. Los valores ρ_{ly} y ρ_{lz} se deberían calcular como valores medios tomando una anchura de losa igual a la anchura del soporte más 3d a cada lado.

$C_{Rd,c} = 0.12$, $f_{ck} = 30$ MPa, $\rho_l = 0.02$, $k_1 = 0.1$, $v_{min} = 0.3$ MPa

Para la obtención de un resultado óptimo de la altura de la zapata, se han empleado hojas de cálculo para ajustar al máximo el valor de H.

Se ha obtenido un valor óptimo de $d = 1,25$ m y $H = 1,30$ m.



Distribución de las tensiones de corte producidas en varios perímetros de control

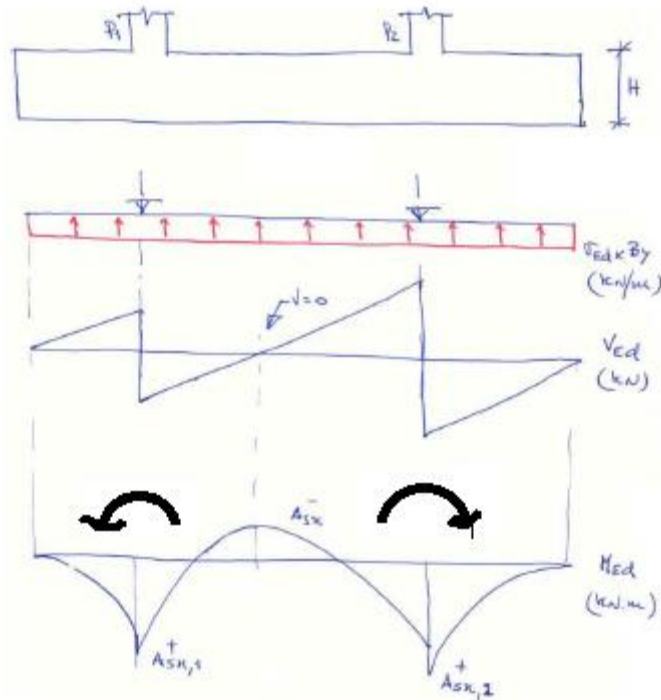
Se observa que hay el margen suficiente para garantizarse el estado límite último de punzonamiento en las zapatas de los pilares.

No hay necesidad de disponer armadura de punzonamiento para el canto escogido.

3.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ARMADURA DE LAS ZAPATAS

La zapata trabajará a modo de viga continua con voladizos en los laterales, con unas tensiones que producirán los esfuerzos siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”



Se obtiene una distribución lineal de cortantes y una distribución de momentos tales que:

-
- $M_{,x} = 4880 \text{ KNm}$ en el centro
- $M_{x^+} = 6520 \text{ KNm}$ en los apoyos.

La armadura para la dirección en x se calcula para dichos momentos máximos y se dispondrá uniformemente a lo largo de las zapatas, porque la distribución de momentos será uniforme a lo largo de la dimensión y.

-ARMADURA DE COMPRESIÓN

$$A_s = \frac{Med}{0.85 \times d \times f_{yd}} > 105 \text{ cm}^2$$

-ARMADURA DE TRACCIÓN

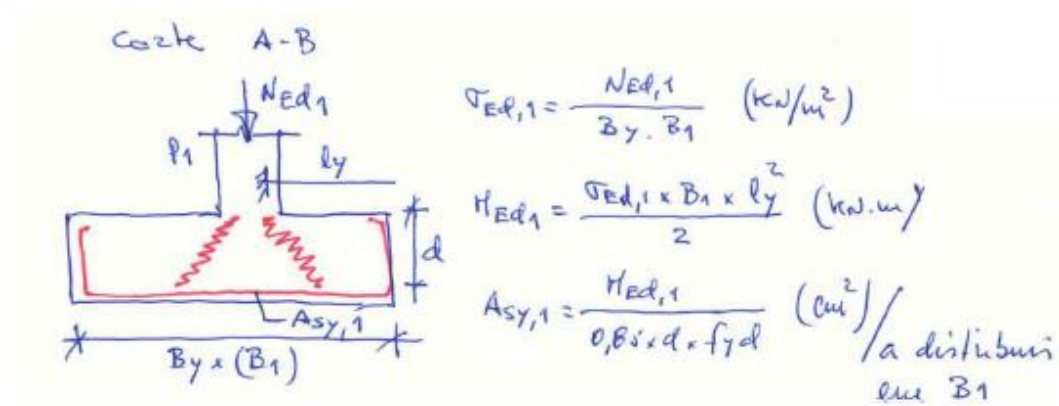
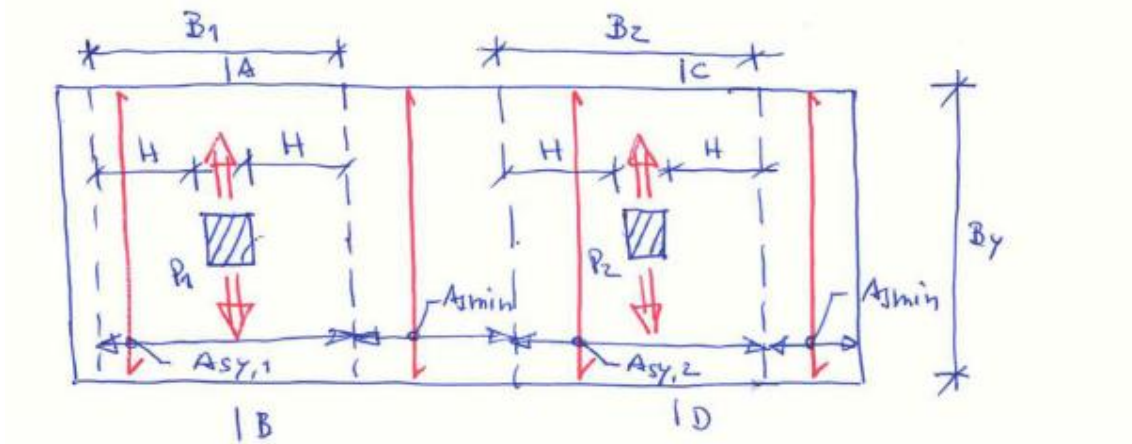
$$A_s = \frac{Med}{0.85 \times d \times f_{yd}} > 141 \text{ cm}^2$$

Obtenemos un mínimo de 105 cm^2 en la cara superior para resistir el momento negativo. Se dispondrán 6 barras de 20mm de diámetro por metro de ancho, a lo largo del tramo central. En los extremos se reducirá a un total de 3 barras de 20 mm por metro.

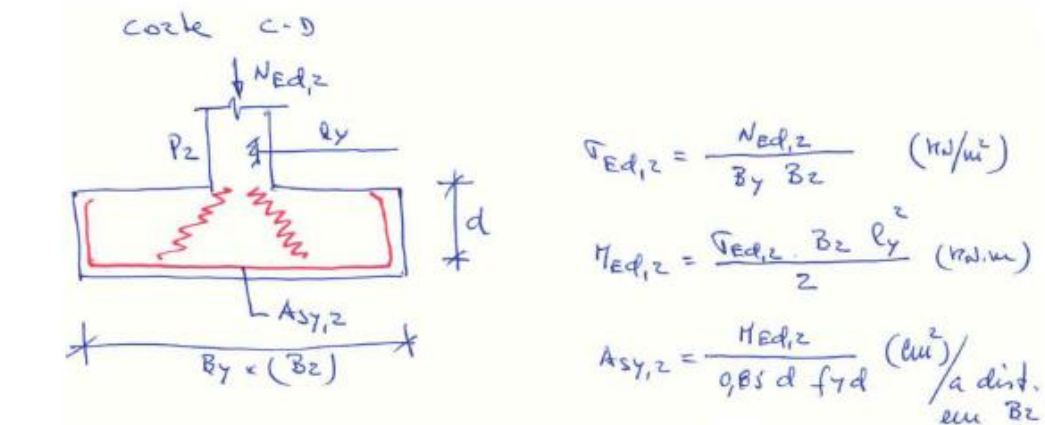
Obtenemos un mínimo de 141 cm^2 que se dispondrá mediante 5 barras de 25 mm de diámetro por cada metro de ancho. Esta armadura habrá de ir anclada un metro para arriba (40 veces el diámetro).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Para la dirección “y” del armado se hará uso de este esquema:



El momento se calcula como un voladizo de longitud igual a $l_{vol} = a_0y + 0.15D_{pilar} = 2.14 \text{ m}$.

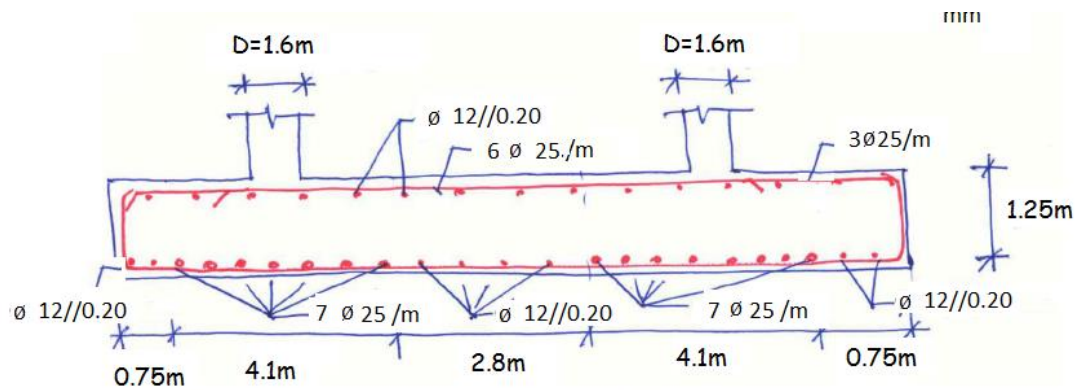


$$M = PL^2/2 = (1886 \times 2.14^2)/2 = 4318 \text{ KNm}$$

$A_s = 4318 / (0.85 \times 1.25 \times 435000) = 145 \text{ cm}^2$ a lo largo de una longitud $L = \text{Diámetro pilar} + 2H = 4.2 \text{ m}$. Es decir $34.5 \text{ cm}^2/\text{m}$, o 7 barras de 25 mm cada 15 cm durante los 4,2m y luego la armadura mínima dispuesta en la zona central.

Esta será la distribución final de armado calculado:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”



Cabe destacar que este armado es suficiente para resistir la combinación de acciones más desfavorable para la zapata central de cada tablero, y que para el resto de zapatas se mantendrá las mismas dimensiones en planta, altura y de cuantía de armadura para estar del lado de la seguridad.

Es muy importante comprobar que la componente horizontal H de la carga no hace deslizar a la cimentación. Para ello se debe cumplir:

$$H \leq \frac{\alpha \cdot BL + Vig \delta}{FS}$$

Donde:

α : adherencia (normalmente no se considera para estar del lado de la seguridad).

d : ángulo de fricción hormigón-terreno menor al ángulo de rozamiento interno del suelo, en este caso 10°

Es decir que el la fuerza horizontal total sobre las cimentaciones de la obra de paso está limitada al 6% de las fuerzas verticales, adoptando un valor del Factor de Seguridad de 3.

Esta condición se suele cumplir para la mayoría de combinaciones en puentes.

La combinación sísmica es la que introduce las mayores fuerzas horizontales, por lo que es más susceptible de padecer deslizamientos de cimentación.

En el correspondiente anejo estructural, se observa como las cargas de las cimentaciones son predominantemente verticales, por lo que no habrá problemas de deslizamientos. Este aspecto tendrá que ser comprobado también en los estribos, que debido a los empujes de tierras y a los sobrepujes que pueden ser generados en caso de sismo.

Anejo 10

Estructuras

1. PREDIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO

GENERALIDADES DE TABLEROS DE VIGAS PREFABRICADAS

Los tableros de vigas prefabricadas se pueden dividir en tres tipos:

- Tableros de vigas en doble T con losa adosada (aunque actualmente no se usa)
- Tableros en vigas en doble T con losa superpuesta (será el caso abordado en este apartado)
- Tableros de vigas artesa, con losa superpuesta (será objeto de estudio en posteriores apartados de este proyecto)

En este apartado se pretende analizar una solución del tablero conformado por vigas prefabricadas del tipo DOBLE T con losa hormigonada in-situ. Esta es una solución convencional en este tipo de casos, con longitudes de vano de alrededor de los 30m, dada su facilidad y rapidez de ejecución entre otros aspectos comentados en otros apartados. Para ello, la metodología empleada será análoga a la utilizada en la valoración de alternativas en este proyecto. Serán tomados como ejemplos casos reales para tener referencias a la hora de escoger valores en esta etapa de pre diseño.

CONCEPTO VIGAS PREFABRICADAS:

Normalmente los puentes de viga suelen ser isostáticos: es decir, son tableros biapoyados, con dos bordes libres (los laterales). Su ámbito de aplicación es de hasta 40 ó 45 m.

La materialización de un tablero de puente de vigas conlleva la resolución de dos problemas: el problema resistente y el problema constructivo.

Para la resolución del primero, se han de identificar los esfuerzos a los que están sometidos este tipo de puentes, que provienen fundamentalmente del peso propio, las cargas permanentes y las sobrecargas.

El esfuerzo predominante es la flexión longitudinal. Se puede optar por repartir la rigidez necesaria para resistir dichos esfuerzos en el ancho del puente, o por el contrario, concentrarla en líneas paralelas longitudinales que representan las vigas.

En general, desde el punto de vista de la cantidad de material empleada, la segunda opción es preferible.

Las partes que conforman un tablero de vigas son:

- Vigas: donde se concentra la rigidez longitudinal. En general todas las vigas de un tablero son idénticas para facilitar la ejecución y por razones económicas.
- Losa: que tiene dos misiones. Una de ellas es repartir las cargas que actúan sobre ella (fundamentalmente las cargas permanentes y las cargas producidas por el tráfico) y segunda contribuir a la inercia longitudinal junto con las vigas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Respecto el problema constructivo, en la morfología de un tablero de vigas existe también una voluntad constructiva. En efecto las vigas se suelen prefabricar y montar con grúas (o lanzaderas) en obra sobre las pilas o dinteles. Una vez colocadas las vigas se construye la losa superior apoyándose en ellas. Por lo tanto los tableros de vigas son más rápidos de ejecutar y más económicos, aunque no muy estéticos.

También se construyen tableros de vigas no prefabricados, in situ. En estos casos, la separación transversal entre vigas es mayor, y las vigas son más pesadas y menos perfiladas.

Para este caso, se ha considerado el caso de disponer de vigas prefabricadas, ya que ello reduce los plazos de entrega, afecta menos al tráfico (hay menos desvíos) luego afectará menos a los usuarios de las vías debidas a las obras de ampliación.

MORFOLOGIA Y DIMENSIONAMIENTO DEL TABLERO

La sección transversal de un tablero incluye casi todas las dimensiones resistentes y constructivas del mismo. Su correcto diseño es de capital importancia, ya que constituye la generatriz del puente.

Las acciones directas verticales son las que configuran la sección transversal. Las dos primeras actúan siempre, y sus esfuerzos crecen rápidamente con la luz del puente. Por esta razón, el aligerar un tablero es más interesante cuanto mayor sea la luz de este.

La distribución de las vigas en el tablero depende del tipo de sobrecarga. Usualmente en puentes de carretera, las vigas se distribuyen uniformemente bajo la losa, ya que la sobrecarga puede colocarse en cualquier lugar sobre el tablero.

El dimensionamiento de un tablero de vigas requiere determinar los siguientes puntos:

- Forma de las vigas
- Separación entre ellas
- Cuantía de arriostamiento transversal del tablero

Para ello, hemos de considerar tres aspectos importantes: la relación existente entre carga permanente y sobrecarga, la condición de las vigas de estar pretensadas, y la clase de pretensado que conviene utilizar.

La relación entre carga permanente y sobrecarga determina la cuantía de oscilación de los momentos flectores principales que actúan sobre las vigas. En puentes con poca luz, los momentos debidos a la sobrecarga son mayores, mientras en este caso, al ser un tablero de luz media (28-30 m) son del mismo orden, como se comprobará a continuación.

Estas oscilaciones de los esfuerzos han de tenerse en cuenta, especialmente si se requiere que todas las secciones de las vigas se encuentren siempre en un estado de compresión, ya que los momentos flectores tienden a traccionar la zona inferior de las vigas. En aquellos casos en que las oscilaciones sean importantes habría que disponer vigas con mayor radio de giro, que se consigue aumentando la cabeza inferior (lo que aumenta el espacio para la colocación de más tendones de pretensado).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

La vigas prefabricadas pueden ser de dos tipos:

-Doble T (que se analizará en este mismo apartado)

-Vigas artesa: que una vez hormigonada la losa trabaja a modo de cajón.

La viga artesa es más cara y pesada que la doble T, aunque su respuesta estructural es mejor, ya que por su mayor rigidez a torsión mejora los mecanismos de reparto transversal en el tablero.

Normalmente todas las vigas tienen la misma sección transversal, aunque la disposición y cantidad de armado será diferente según los requerimientos debido a los esfuerzos a los que esté sometida cada una de las vigas.

El criterio de separar más o menos cada viga longitudinal viene ligado al tamaño de dichas vigas, al espesor de la losa superior y a la disposición o no de vigas riostras, tal y como se verá a continuación.

Cuanto menos vigas coloquemos, cada una deberá resistir mayor flexión longitudinal, por lo que su sección deberá ser mayor e ir más armada. Por otra parte, al aumentar la separación de las vigas los esfuerzos a los que está sometida la losa superior son también mayores, ya que las cargas han de transmitirse a las vigas a través de esta.

LUZ DEL TABLERO

Es la magnitud más significativa de esta tipología estructural ya que determina la cuantía de flexión del tablero. Además, la relación entre anchura y luz establece la eficacia de un mismo arriostramiento en el reparto transversal de cargas, que será más eficaz cuanto menor sea la relación. En el caso abordado la máxima luz de cada uno de los pórticos es de 28 m.

RELACIÓN CANTO/ LUZ

Esta relación del tablero determina la esbeltez. Cuanto menor sea ésta, más esbelto será el tablero. El valor del canto de un tablero oscila entre $L/30$ y $L/10$. Este valor depende fundamentalmente de la separación S entre vigas. El área de la cabeza inferior de las vigas también es una magnitud que influye en la esbeltez del tablero. Si se desea aumentar la esbeltez manteniendo la separación entre vigas, se puede conseguir mediante vigas con menor canto pero con más área en la cabeza inferior, de modo que puedan alojar mayor número de tendones de pretensado que contrarresten las tracciones causada por la flexión longitudinal.

Una media estadística de la esbeltez en puentes de vigas prefabricadas es de alrededor de $1/16$. Los puentes con $h=L/20$ son esbeltos y con $h=L/15$ son pesados.

La siguiente expresión permite pre dimensionar el canto de las vigas en un puente cualquiera, en función de la luz del tablero, su ancho, y el número de vigas existentes en la sección transversal:

$$h = L \left(0.0495 \times \frac{a}{n} - 0.041 \right) + L^2 \times \left(0.0009 - 0.00055 \times \frac{a}{n} \right) + 1.42 - 0.65 \times \frac{a}{n}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

donde:

h es el canto de la sección, de valor 1,90m.

a es el ancho del tablero, en el caso abordado a=16 m

n es el numero de vigas en el caso abordado son 5

ANCHURA DEL ALMA DE LAS VIGAS

La siguiente expresión permite obtener el espesor del alma de una viga en relación al canto obtenido en la ecuación anterior:

$$E = 3 + 0.161 \times h - 0.00042 \times h^2$$

Donde h es el canto de la viga y E el espesor del alma, ambos en cm. Resulta un valor del alma de las vigas de 18 cm.

El espesor del alma de las vigas no viene determinado por condiciones resistentes sino por problemas constructivos. Se ha de asegurar un correcto hormigonado a través de las armaduras, tanto activas como pasivas

SEPARACIÓN ENTRE VIGAS S Y ESPESOR A ADOPTAR PARA LA LOSA H'

Existe una tendencia frecuente a separar cada vez más las vigas, a costa de aumentar su canto, por razones económicas. Ello supone, no obstante tener que recurrir a medios de colocación más potentes, debido a la limitación de tonelaje en grúas. Estos medios de colocación son las lanzaderas. Método constructivo que se analizará en posteriores apartados de este proyecto como posible método a emplear, según se requiera.

El espesor de losa h' depende de S ya que el trabajo a flexión crece con tal parámetro. En general el valor de h' oscila entre S/20 y S/15.

El valor mínimo del espesor de la losa es de 20 cm. Por debajo de este valor resulta dificultosa la colocación de las armaduras y la conservación de los recubrimientos.

Es usual colocar las prelasas de unos 5 cm de espesor sobre las vigas y hormigonar sobre ellas el restante hormigón que conformará la losa superior del tablero para obtener finalmente el espesor de la losa requerido en los cálculos.

ANÁLISIS PARA LA DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE VIGAS Y DE LA SEPARACIÓN ENTRE VIGAS

Para determinar el espacio entre ejes de vigas hay que tener en cuenta sobretodo la relación canto/longitud de los vanos. Cuanto más espacio hay entre ejes de las vigas menor será la relación canto/longitud.

Para vigas prefabricadas los valores de la relación canto/longitud varían entre 1/30 (para vigas a tope) y 1/10 (para vigas lo más separadas posible).

Para escoger un espaciamento razonable para el caso abordado se han analizado varios ejemplos que han optado por soluciones de este estilo.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

-Ejemplo 1: VIADUCTO DE TORRE-BARÓ*

LONGITUD = 40m NÚMERO DE VIGAS= 5
ANCHO = 15,40m SEPARACIÓN ENTRE VIGAS = 3m
H= 1.90m h/L= 1/21

*En este caso la sección transversal contiene dos voladizos de 1m en cada extremo

-Ejemplo 2: AUTOPISTA BARCELONA-TARRAGONA*

LONGITUD = 40m NÚMERO DE VIGAS= 5
ANCHO = 13,40m SEPARACIÓN ENTRE VIGAS = 3,3m
H= 1.90m h/L= 1/21

*En este caso, la solución fue adoptada sin voladizos en los extremos, es decir la losa superior está apoyada por completo sobre las vigas longitudinales

-Ejemplo 3: PUENTE DE MUERMA*

LONGITUD = 40m NÚMERO DE VIGAS= 9
ANCHO = 21,40m SEPARACIÓN ENTRE VIGAS = 2.53m
H= 2.05m h/L= 1/19.5

-Ejemplo 4: PASO RENAULT *

LONGITUD = 28m NÚMERO DE VIGAS=13
ANCHO = 16,20m SEPARACIÓN ENTRE VIGAS = 1.2m
H= 1.00m h/L= 1/28

*esta solución opta por vigas a tope con voladizos de 1 m en cada extremo.

-Ejemplo 5: PUENTE DE ALCALA *

LONGITUD = 24m NÚMERO DE VIGAS= 4
ANCHO = 13,40m SEPARACIÓN ENTRE VIGAS = 4m
H= 1.90m h/L= 1/18

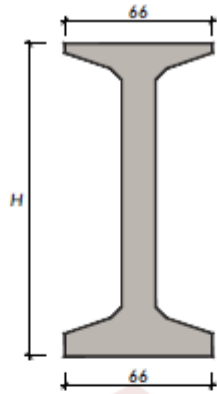
*esta solución opta por losa apoyada por completo en las vigas longitudinales

CONCLUSIONES:

Del análisis de los cinco ejemplos anteriores se observa que para vanos de alrededor de los 28 metros y de unos 15-16 m de ancho se opta por relaciones h/L de 1/21-1/20 para separaciones de 2.5-3 m. y relaciones 1/19-1/18 para separaciones de 4m.

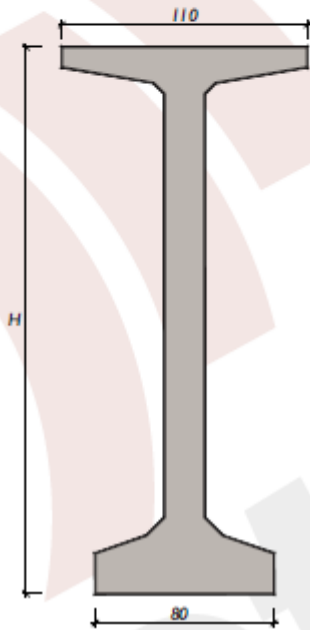
CATÁLOGO DE VIGAS COMERCIALES:

Consultando un catálogo de vigas comercial para puentes de la Empresa PRETHOR (empresa dedicada al suministro de productos prefabricados de hormigón) observamos diferentes tipos de vigas en doble T con dimensiones muy diferentes. Estas son algunas de las que se han analizado para el caso abordado:



VIGAS DOBLE T: VI 60-140

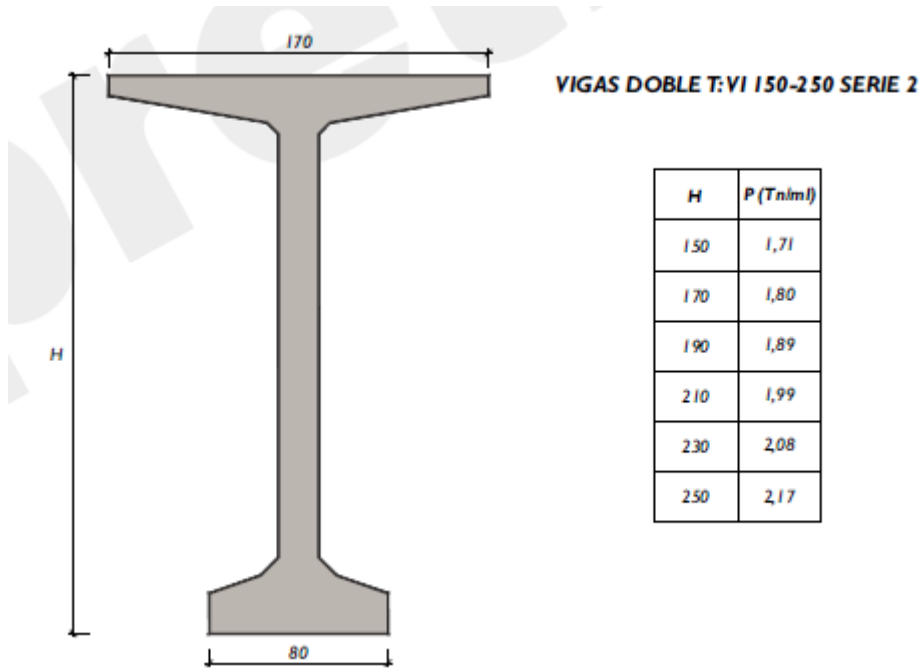
H	P (Tn/m)
60	0,54
80	0,62
100	0,70
120	0,78
140	0,86



VIGAS DOBLE T: VI 145-245 SERIE I

H	P (Tn/m)
145	1,38
165	1,48
185	1,57
205	1,66
225	1,76
245	1,85

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



En dicho catálogo también se pueden encontrar ejemplos de casos reales en los que se ha optado por soluciones de este estilo (doble T serie VI). Algunos de estos casos son los siguientes:

EJEMPLO 1: VIADUCTO REGATO DA PENA*



Ferrocarril TAV

Longitud 120.00m. Luces 4x30,00m

Ancho 13,00m. Solución: 6VI 80/205

*cabe destacar que este caso es de Tren de Alta Velocidad y que habrá de estar expuesto a cargas muy superiores al caso abordado. Solo sirve como referencia

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

EJEMPLO 2: VIADUCTO DE UCIEJA*



Puente de carretera

Longitud 211.00m. Luces 28.00+5x31,00+28 m

Ancho 11,20m. Solución: 4VI 80/165

*este caso tiene longitud de vano similar al caso abordado. El ancho de puente es algo inferior, lo que hace pensar que será requerida una viga más. El canto habrá de ser similar.

EJEMPLO 3: ESTRUCTURA E-5



Puente de carretera

Longitud 234.00m. Luces 6X39 m

Ancho 11,50m. Solución: 3VI 80/250

*En este caso se requiere de un mayor canto debido a la longitud (39 metros) y que para conformar el tablero de 11.50m solo se ha optado por tres vigas.

ELECCIÓN DEL TIPO DE VIGA A ANALIZAR EN LA ETAPA DE PREDISEÑO

Para una primera iteración se empleará una solución de sección transversal de un tablero conformado por 5 vigas Doble T VI 80/190 serie 2 del catálogo presentado anteriormente, con una separación de 332.5 cm entre ejes de las vigas. Cabe destacar que en esta sección no hay voladizos laterales sino que la losa está apoyada en las vigas a lo largo de toda su longitud.

ELECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA SUPERIOR

Para la determinación de un valor del espesor de la losa superior se procederá del mismo modo que se ha determinado los otros parámetros geométricos de la sección transversal. Mediante ejemplos nos podemos hacer una idea del intervalo habitual del espesor de la losa en problemas análogos al abordado en este proyecto. Cabe destacar que esta es solo una primera aproximación para la primera iteración y que en etapas de diseño este valor se pueda ver alterado para que se verifiquen los Estados Límite Último y Estados Límite de Servicio.

Se usarán para ello los mismos ejemplos que en el apartado para la elección del número de vigas, ello implica el tener cinco ejemplos que son lo suficientemente representativos y que permitirán al proyectista de este proyecto, dada su inexperiencia, tener una referencia del valor a escoger para un primer análisis.

-Ejemplo 1: VIADUCTO DE TORRE-BARÓ Espesor de losa: 27 cm*

-Ejemplo 2: AUTOPISTA BARCELONA-TARRAGONA Espesor de losa: 25 cm

-Ejemplo 3: PUENTE DE MUERMA Espesor de losa: 30 cm*

-Ejemplo 4: PASO RENAULT Espesor de losa: 25 cm*

-Ejemplo 5: PUENTE DE ALCALA Espesor de losa: 30 cm

* los valores representan al espesor medio, en secciones de losa de espesor variable a lo largo de la anchura de la sección transversal.

SOLUCIÓN ADOPTADA PARA EL PREDISEÑO DE LA LOSA:

Dados los valores de los espesores de las losas en los anteriores ejemplos, para el caso abordado se decide adoptar para el prediseño un espesor de 25 cm.

MORFOLOGÍA LONGITUDINAL Y VINCULACIONES DE VIGAS ENTRE VANOS

Se consideran tres posibles escenarios:

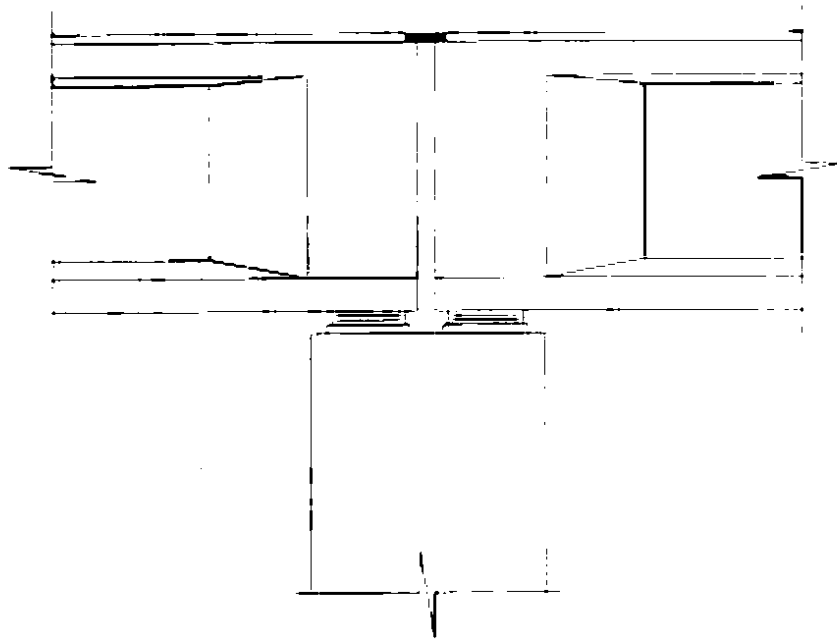
-Tableros simplemente apoyados:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Esta es la disposición más usual. Las vigas se apoyan sobre los pilares por medio de apoyos de neopreno y sobre ellas se hormigona la losa.

El pavimento superior necesitará, en los bordes del tablero, una junta de dilatación que permita los movimientos reológicos y térmicos y se evite así la aparición de esfuerzos parásitos.

Estos puentes se suelen suponer como isostáticos en los cálculos (es decir, vigas simplemente apoyadas). Por lo tanto, en teoría un asiento diferencial de los dos apoyos no debería inducir esfuerzos en las vigas. No obstante, esto no es así ya que en realidad los asientos no son uniformes en la cimentación de los apoyos, por lo que introducirá unas torsiones en el tablero que producirán esfuerzos de flexión y torsión en las vigas.

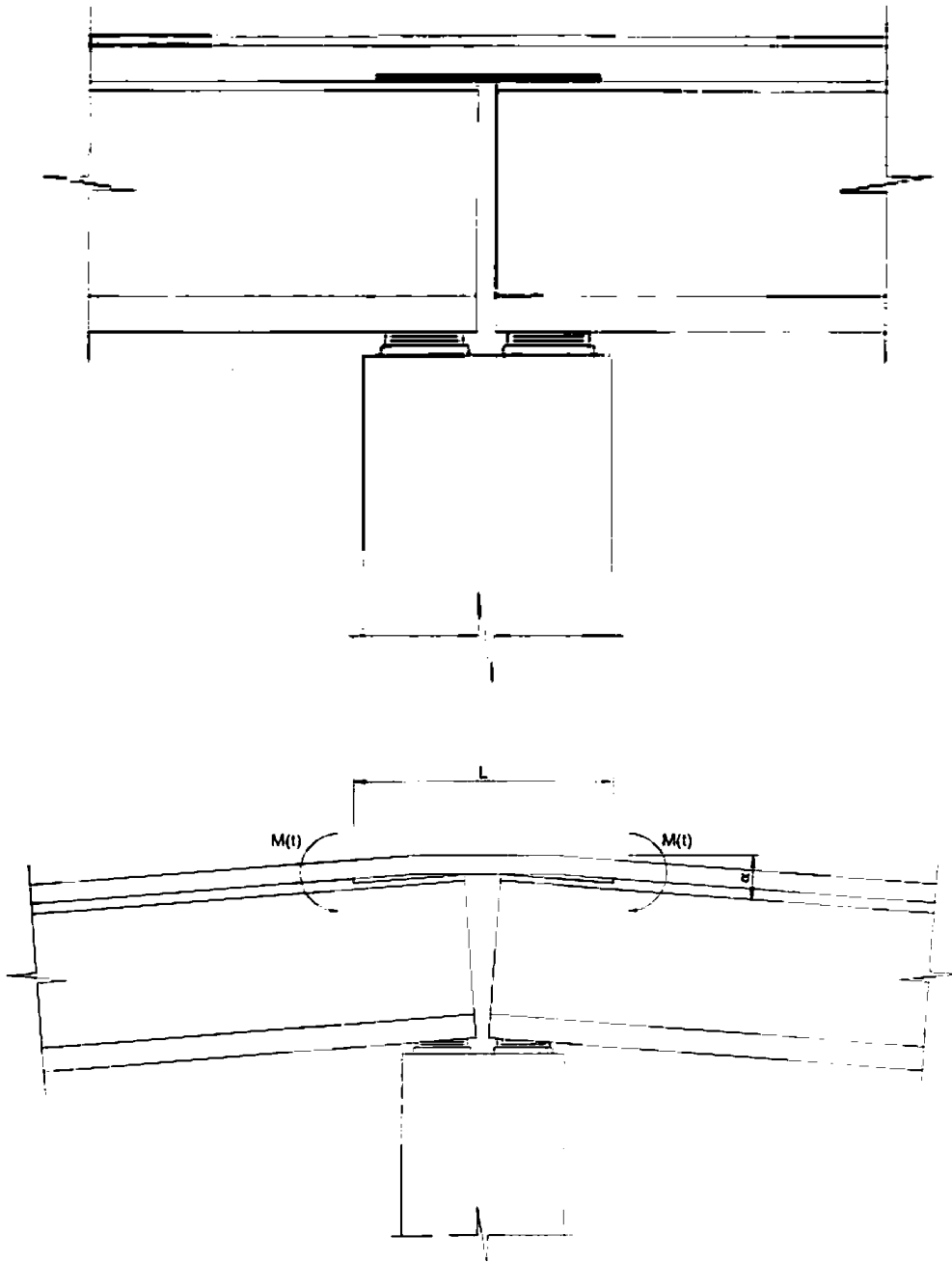


-Tableros semi-continuos

Estas uniones consisten en establecer continuidad entre vanos exclusivamente a nivel de la losa superior. Esta unión tiene como misión eliminar las juntas de dilatación del pavimento, proporcionando una rodadura más confortable.

La losa se desconecta de las vigas una cierta longitud. Para ello se elimina la armadura de cercos y se interpone un material inerte que impida la adherencia entre el hormigón de la viga y de la losa (corcho y porexpan) para que no se transmitan las tensiones entre elementos de esa zona.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



De esta manera se le dota a la unión de cierta flexibilidad que le permite afrontar los siguientes esfuerzos:

-Los correspondientes a las deformaciones impuestas de carácter reológico que producirán giros en los apoyos en función del tiempo. Estos giros producen esfuerzos menores cuanto mayor es la longitud L de la losa desconectada de las vigas.

-Los correspondientes a los giros de las vigas consecuencia de la acción de la sobrecarga sobre los vanos. Cuanto mayor es L menores serán los esfuerzos.

-Los correspondientes al peso propio, carga muerta y a la aplicación de la sobrecarga sobre la longitud desconectada L . Estos esfuerzos serán mayores cuanto mayor sea L .

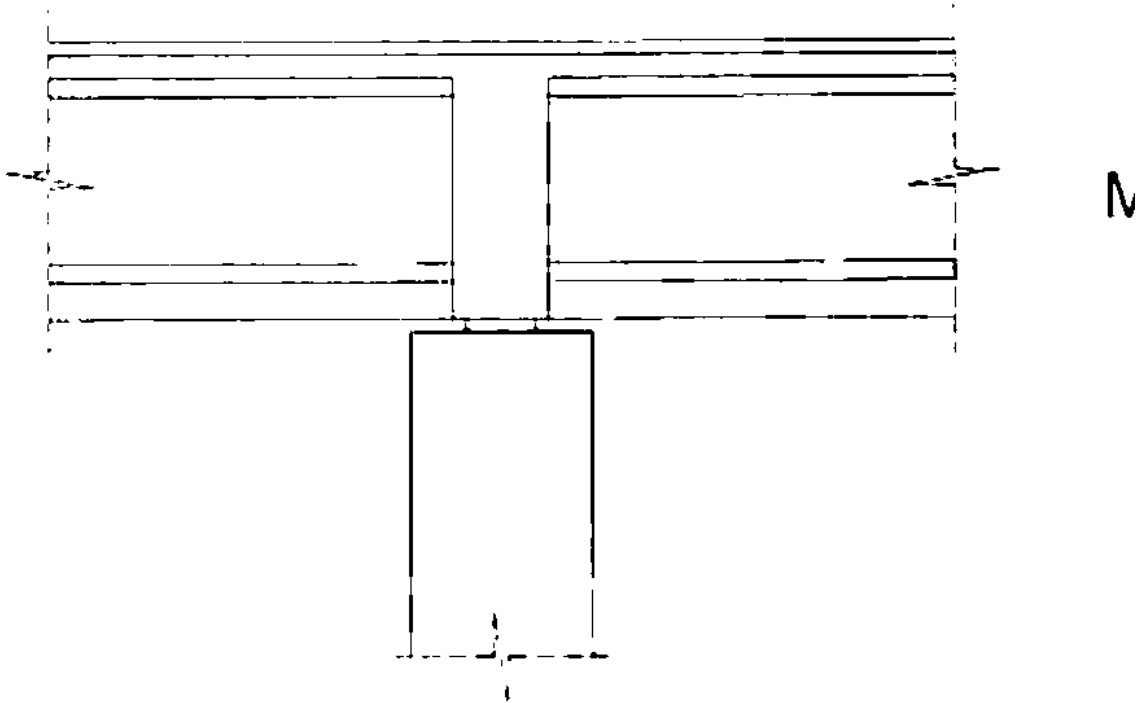
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

La longitud L de la zona desconectada en general crecerá con la luz del tablero. Oscila entre 1 y 2 metros para vanos de luces pequeñas y de 2 a 4 metros en puentes de luces de 30 a 45 m. En el caso que nos aborda, con luces de alrededor de los 30 metros, si la vincualción entre vanos fuera de forma discontinua se habría de dejar una longitud desconectada L de alrededor de los 2-2,5m.

Esta será la solución final adoptada en este caso

-Tablero continuo

En estos tableros se establece la continuidad estructural tanto en la viga como en la losa, de manera que para la carga muerta y la sobrecarga, el modelo estructural es el de viga continua. No ocurre así para el peso propio, donde el modelo a usar es el de viga simplemente apoyada, debido a que las vigas no están conectadas entre si de vano a vano.



El armado de la continuidad entre vanos contiguos puede realizarse de diferente manera. Así, puede hacerse por simple disposición de armadura pasiva tanto en la losa superior como en el talón inferior de las vigas, o puede realizarse por medio del pretensado. En este proyecto, en el caso que se decida por una vinculación entre vanos de tipo continuo solo se considerará la opción de aplicar la continuidad mediante la armadura pasiva por su simplicidad frente a las otras opciones, ya que la disposición de cables “sombrero” o la prolongación de los propios de la viga presentan algunos problemas constructivos.

COMPORTAMIENTO RESISTENTE DEL TABLERO

Este tipo de tablero conformado por vigas prefabricadas + losa, es una estructura compleja con comportamiento espacial, cuya respuesta ante las cargas verticales depende de un conjunto de variables:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

-Geometría en planta del tablero:

En puentes rectos, como en el caso abordado, la variable más significativa en el comportamiento del puente es la relación anchura/luz.

-Condiciones de vinculación en el contorno:

Se supone siempre que el tablero presenta los bordes laterales libres. Los otros dos bordes del contorno pueden estar simplemente apoyados en las pilas o tener continuidad estructural con los vanos contiguos. Casi nunca se supone una vinculación de empotramiento entre tablero y pilas (puente pórtico) en puentes con tableros conformados por vigas+losa.

-Distribución de rigideces en planta:

El tablero estará formado por vigas longitudinales, losa transversal que materializa la plataforma, las vigas riostras (en caso que se dispongan). La rigidez relativa de cada uno de los elementos determinará el reparto de las acciones verticales.

-Tipos de cargas:

Se considerarán las cargas puntuales y longitudinales descritos en la normativa empleada en este proyecto, como se observará a continuación.

DESCOMPOSICIÓN DE LA RESPUESTA RESISTENTE

Mediante el método del emparrillado descrito a continuación se puede estimar la respuesta del tablero de manera muy satisfactoria.

Se examinará someramente la respuesta resistente del tablero cuando se aplica una fuerza puntual en centro de vano con excentricidad respecto el eje longitudinal del tablero.

La respuesta será obtenida a partir de la suma de otras tres:

Sección transversal indeformable, con la carga puntual centrada. Este estado es una flexión cilíndrica pura, de forma que todas las vigas están sometidas a los mismos desplazamientos y momentos flectores.

Sección transversal indeformable, con un par torsor igual al valor de la carga puntual, multiplicado por la excentricidad respecto del eje longitudinal central. Bajo esta sollicitación, el tablero experimenta una serie de giros alrededor del centro de esfuerzos cortantes.

Sección transversal deformable. La sección se deforma como consecuencia de las flexiones locales producidas por la carga puntual.

TENSIONES LONGITUDINALES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Cada uno de estos estados produce unas leyes de tensiones interiores características, que se pueden analizar más fácilmente por separado. En un tablero, que trabaja fundamentalmente a flexión, las tensiones longitudinales son las de más importancia, aunque esto no implica que las demás (tensiones normales transversales, tangenciales, etc) no tengan importancia.

El primer estado causa tensiones longitudinales en las vigas y la losa, de tracción en la cabeza inferior de las vigas, y de compresión en la losa (la magnitud depende de la distancia a la fibra neutra, según la ley de Navier).

En el segundo estado, de torsión, también provoca tensiones longitudinales, aunque en este caso la ley de las mismas no es tan simple. La importancia de estas tensiones y en muchos casos más importante que las provocadas por el primer estado.

Las tensiones longitudinales provocadas por el tercer estado son de mucha menor importancia.

Mecanismo general de flexión del tablero. Reparto transversal de las cargas

Si al tablero propuesto le aplicamos la carga puntual en centro de luz, con una excentricidad tal que ésta quede justamente encima del alma de la viga extrema, dicha viga tenderá a descender una determinada distancia v , por flexión.

No obstante, la losa transversal, obligada a seguirla en su deformación, experimentará un descenso de apoyo. Por equilibrio interno, aparecerán unos momentos flectores y cortantes en sus extremos, según se puede observar en la figura. Estos esfuerzos producirán una descarga en la viga exterior, y una carga en la contigua.

Además, la viga extrema y la contigua experimentarán giros distintos en sus extremos. Este proceso se propaga hacia todas las demás vigas hasta que el sistema se encuentra en equilibrio.

La cuantía de este efecto depende de las siguientes variables:

- Relación de rigideces a flexión de la losa transversal y las vigas longitudinales.

Cuanto más rígidas sean estas últimas, ya sea por tener una inercia grande o una luz pequeña, la flecha v será más pequeña, y por tanto el factor origen de la transmisión transversal de las cargas.

Por lo contrario, cuanto mayor sea la inercia de la losa transversal o menos sea su luz libre, lo que a lo largo de la transmisión de cargas en dirección transversal representa la anchura del tablero, el traspaso de carga de la viga directamente cargada a las demás será mayor.

- Rigidez a torsión de las vigas longitudinales.

Cuanto mayor sea ésta, menor giro alrededor del eje longitudinal de la viga se producirá y por tanto más empotrada estará la losa transversal. En este caso, aparecerán unos esfuerzos cortantes verticales Q_y importantes en la losa para equilibrar los momentos transversales. Por

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

tanto, cuanto mayor sea la rigidez a torsión de las vigas longitudinales, mayor será el traspaso de carga a las demás vigas.

- Rigidez a torsión de la losa transversal.

Se pone a juego a través de los giros diferentes que experimentan las vigas longitudinales en la misma sección transversal del tablero. Este giro diferencial torsiona la losa superior.

Vemos que el mecanismo general de flexión del tablero pone en juego las cuatro rigideces del tablero: a flexión y a torsión de las vigas longitudinales, y a flexión y a torsión de la losa superior. Se destaca la relación ancho-luz como variable fundamental.

Efecto membrana de la losa superior:

En el mecanismo general de flexión solo se ha tenido en cuenta la continuidad transversal de la losa superior, que hace aparecer los esfuerzos Q_y y M y en la línea media de contacto entre vigas. Si solo existiese este efecto cada una de las vigas constituyen el tablero bajo la acción de los momentos flectores a que están sometidas experimentarían en su cabeza superior unos corrimientos longitudinales diferentes.

A estos corrimientos diferenciales se opone la continuidad de la losa superior, con la aparición de cortantes longitudinales o rasantes, N_{xy} y unos axiles transversales N_y . Estos esfuerzos compatibilizan los corrimientos longitudinales entre las fibras comunes de las distintas cabezas superiores de las vigas, haciendo que aparezca la sollicitación transversal de la losa superior, y por tanto su comportamiento como membrana.

El efecto membrana produce una redistribución de las tensiones longitudinales de flexión en la losa de cada una de las vigas, descargando la zona más sollicitada y cargando la menos sollicitada. Además produce concentración de tensiones longitudinales bajo la carga y hace que el estado tensional de las vigas no sea de flexión simple, sino compuesta.

Cálculo del tablero de vigas: Tareas para el predimensionamiento de la sección:

En función de la luz y del ancho del tablero se obtienen el número de vigas y canto de éstas, en el correspondiente apartado.

En este caso el canto viene impuesto por el gálibo, y después lo que debemos hallar es el número de vigas a disponer.

Cuando el canto de la viga es libre, lo más económico suele ser ir a separaciones grandes entre vigas, a costa de aumentar el canto de las mismas. No es conveniente sobrepasar separaciones entre vigas de 4'5m ni colocar menos de 4 vigas por tablero.

Una vez elegido el canto de la viga y el número de vigas a colocar, es conveniente elegir la forma exacta de la viga de entre las de algún catálogo de fabricante (por ejemplo: Pacadar, Alvisa, Tierra armada TAI, etc..)

Se predimensiona también el canto de la losa de compresión (20 ó 25 cm)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

De esta manera tenemos ya definida la geometría del tablero. Nos resta su armado y pretensado.

Características de los materiales, coeficientes de mayoración y normativa aplicable

La normativa básica a aplicar es la EHE.08 y EN 1992 partes 1 y 2.

La calidad del hormigón de las vigas debe ser muy buena, pues deben resistir altísimas tensiones en vacío. Usualmente son hormigones HP-40, HP-45 ó HP-50.

El hormigón de la losa de compresión suele ser calidad HÁ-25.

Los aceros pasivos son generalmente B-500-S, y los aceros activos de pretensado Y 1860 S7.

Los coeficientes de mayoración de acciones en E.L.U suelen ser de 1,35 para las cargas permanentes, y de 1'5 para las sobrecargas.

Obtención de las características mecánicas de cada viga aislada, y también de cada viga homogeneizada con su parte correspondiente de losa.

Se obtienen el área, inercia y posición del centro de gravedad para las vigas por separado, y después para el conjunto viga+anchura de la losa atribuible reduciendo en este caso la anchura de la losa mediante la relación entre módulos de elasticidad entre el hormigón de la losa y el de las vigas (esta relación es aproximadamente de 0'7).

Obtención de las acciones de cálculo

- Peso propio

a) peso próprio de las vigas aisladamente.

b) peso de la losa de compresión.

- Cargas permanentes

a) peso del pavimento usualmente 2KN/m²

b) peso de las barreras de borde usualmente de 10 a 14 KN/m en cada borde.

c) peso de las aceras, si existiesen

- Sobrecargas verticales (según la normativa empleada)

INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA ANTIGUA

a) Sobrecarga repartida de 4 KN/m² a lo largo de todo el tablero.

b) Carro (1 ó 2) de la instrucción (600 KN cada uno) situado en los lugares más desfavorables.

EUROCÓDIGOS Y INSTRUCCIÓN ESPAÑOLA ACTUAL

Las cargas provenientes de tráfico en los Eurocódigos son los siguientes:

- a) LM1 que consiste en aplicar cargas distribuidas y concentradas de diferentes valores en cada uno de los carriles nominales allí donde produzca unos esfuerzos pésimos.
- b) LM2, para las verificaciones locales en elementos cortos (losa) se aplica un eje de carga.
- c) LM3 donde se aplica el paso de un vehículo especial.
- d) LM4 que tiene en cuenta los efectos de la acumulación de tráfico
- e) Carga en los carriles peatonales

Una vez obtenidos los diferentes modelos de carga individuales se procede a formar los grupos de carga que tiene en cuenta la simultaneidad estadística de los modelos de carga.

Dichos grupos de carga proporcionaran los esfuerzos a tener en cuenta para las combinaciones de acciones en ELS y ELU.

- Acciones horizontales. Sólo son necesarias a efectos de cálculo de aparatos de apoyos, pilas y estribos.

- a) Deformación por fluencia y retracción.
- b) Deformación térmica.
- c) Frenado.
- d) Viento.
- e) Fuerza centrífuga.
- f) Sismo.

Cálculo de esfuerzos longitudinales en el tablero

Esfuerzos sobre la viga aislada

- a) Momentos y cortantes en cada viga debidos a su propio peso.
- b) Momentos y cortantes en cada viga debidos al peso de la losa de compresión.

Esfuerzos sobre la carga+tablero

- a) Momentos y cortantes en cada viga debidos al pavimento. A estos efectos, la carga de pavimento. A estos efectos, la carga del pavimento se reparte entre cada viga proporcionalmente a la anchura que gravita sobre ellas.
- b) Momentos y cortantes en cada viga debidos a la barrera y aceras. Para obtener estos esfuerzos, que no correspondan a un reparto uniforme como pueda ser el pavimento, hay que calcular el tablero como placa. Lo más cómodo es realizar un emparrillado o bien un cálculo como losa ortótropa.
- c) Momentos y cortantes en cada viga debidos a la sobrecarga de uso de 4KN/m^2 . A estos efectos se realiza un reparto uniforme de la sobrecarga entre las vigas.
- d) Momentos cortantes en cada viga debidos a la pésima colocación de cargas puntuales. Aquí también hay que resolver una placa (método del emparrillado, losa ortótropa, elementos finitos, etc.)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Combinación de los esfuerzos anteriores y obtención de los pésimos esfuerzos de servicio y de diseño en cada viga y para cada fase de construcción

En concreto, las fases de construcción a tener en cuenta son las siguientes:

- a) Pretensado en vacío: ELS sobre viga aislada.
- b) Hormigonado de la losa: ELS sobre viga aislada.
- c) Actuación de la carga permanente: ELS sobre viga+losa.
- d) Actuación de la sobrecarga: ELU sobre viga+losa.

Predimensionamiento del pretensado de las vigas

Se suele realizar calculando a rotura las vigas en la fase e) de construcción (ver apartado anterior), dejando las vigas con un coeficiente de seguridad a rotura de aproximadamente 1'7.

De esta forma se obtiene un área de pretensado en el ala inferior de las vigas que se distribuye convenientemente en cables de 0'6 (150 mm2), a las separaciones y recubrimientos que marca la norma EHE.

Obtención de los esfuerzos que provoca el pretensado en estado vacío.

El pretensado predimensionado con anterioridad provoca al entrar en acción, una flexión negativa en las vigas que actúa sobre la viga aislada a la par que el peso propio en la fase a) de construcción.

La tensión de pretensado inicial de los cables suele estar comprendida entre 135 y 145 Kp/mm2, es decir 1350-1450 MPa

Comprobación tensional en servicio de las tensiones de las fibras extremas de la viga a lo largo de todas las fases del proceso constructivo.

Se obtienen en cada fase, las tensiones (de compresión o tracción) que cada esfuerzo (en servicio, sin mayorar) induce en las fibras extremas de la viga acumulándolas. Estas tensiones se obtiene mediante la formulación clásica de la resistencia de materiales. También hay que añadir las tensiones inducidas por las pérdidas diferidas de pretensado.

En concreto hay que vigilar especialmente lo siguiente:

a) En el estado de pretensado en vacío (actuando únicamente el peso propio de la viga y el pretensado) la tensión de compresión en el ala inferior de la viga, en zona de centro luz, no debe sobrepasar el valor $f_c/1'6$, siendo f_c el valor de la resistencia a compresión que se le exige al hormigón al cortar cables.

b) En el estado de pretensado en vacío (actuando únicamente el peso propio de la viga y el pretensado) la tensión de tracción en el ala superior de la viga, en zona de apoyos, no debe sobrepasar el valor $f_c/1'5$, siendo f_c el valor de la resistencia a compresión que se le exige al hormigón al cortar cables. Con esto se intentan limitar las tracciones y fisuración momentáneas en esta fase constructiva.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

c) A tiempo infinito (una vez ocurridas todas las pérdidas de pretensado), y con todas las cargas actuando (de la sobrecarga solo el 50% - combinación frecuente), la tensión de tracción en el ala inferior de la viga, en zona de centro de luz, no debe sobrepasar la resistencia a tracción del hormigón de valor $0.21 (f_{ck})^{2/3}$.

En función de los resultados obtenidos en tensiones, se retocará la cuantía y colocación del pretensado.

Es usual, para poder cumplir el apartado a) colocar algún cable de pretensado en el ala superior de las vigas.

También por la misma razón, es habitual decalar los cables de pretensado, haciendo que entren en acción solapadamente, recurriendo a envainar algunos una cierta longitud desde los extremos de la viga: así la ley de momentos proporcionada por el pretensado se intenta asimilar a la de peso propio, con una forma cuasi-parabólica.

Comprobación de los E.L.U de flexión y cortante en las vigas para cada agregado viga+losa se calcula la seguridad a rotura por flexión que da el pretensado antes calculado. Lo usual es que la seguridad a rotura quede asegurada si se cumple el estado límite de fisuración, aunque en caso de no ser así suele bastar con añadir una pequeña cantidad de armadura pasiva en el ala inferior de las vigas.

Además se calcula la armadura de cortante que debe llevar el alma de las vigas, teniendo en cuenta la compresión ejercida por el pretensado a tiempo infinito.

Cálculo de la armadura transversal de rasante de las alas de la viga, y la armadura de conexión con el tablero

Aplicando los conocimientos de hormigón armado.

Cálculo de la armadura de la losa de compresión.

Esta losa no suele ser necesario armarla a cortante.

En cuanto a su armadura de flexión:

a) La armadura longitudinal (la que lleva la misma dirección de las vigas) se arma por cuantía mínima. Esto es debido a que la losa es unidireccional con una de las dimensiones considerablemente mayor a la otra, por lo que la rigidez longitudinal es pequeña, luego los esfuerzos serán pequeños, de allí que la armadura dispuesta en esa dirección sea la mínima.

b) La armadura transversal (la perpendicular a las vigas) hay que calcularla teniendo en cuenta tanto los esfuerzos locales de flexión (como si las vigas fuesen apoyos infinitamente rígidos) y los esfuerzos globales derivados del reparto de carga entre vigas.

Establecimiento de refuerzos de zunchado en aquellos puntos donde haya cargas concentradas. Es decir, en la zona de apoyos (sobre los neoprenos) y en la zona de anclaje de los cables de pretensado.

LIMITACIONES GEOMÉTRICAS

En el caso abordado, debido a la geometría de las carreteras en las que se produce la intersección, al trazado en alzado de dichas, a la topografía de la zona y por otras causas comentadas en el correspondiente apartado, se ha limitado el canto total de la sección transversal a un valor de unos 3 m (canto de vigas +losa, sin tener en cuenta las capas de bituminosas ya que estas se encuentran en la parte superior de la sección y ello no influirá en el tramo inferior).Entonces el galibo del puente será algo mayor a 6 metros, parámetro que se considera como estipulado en una cláusula de las bases de licitación de la obra.

Esta limitación de altura hace pensar que se habrá de considerar una solución estructural a partir de vanos más cortos ya que la relación canto/longitud será un valor entre 1/30 y 1/10 dependiendo de varios aspectos que ya se comentará en sub apartados posteriores, y que es de esperar que dada la inexperiencia del proyectista de este proyecto se optará por soluciones conservadoras, que estén del lado de la seguridad. Es de esperar también que dicha limitación de canto de la sección llevará a vanos con un mayor número de vigas y que estas estén espaciadas a distancias no demasiado grandes como se demostrará a continuación mediante ejemplo reales y recomendaciones de manuales para el diseño de tableros de puentes (Bridge Deck Analysis).

Hay que considerar además las limitaciones geométricas longitudinales debido al paso de la carretera inferior (rua de Circunvalação) con sus correspondientes inclinaciones de 69º con respecto del eje de la carretera superior (Vía Norte) y la correspondiente anchura final con las modificaciones efectuadas sobre el trazado en planta de los carriles. Todas las justificaciones están en el correspondiente apartado de Encuadramientos Geométricos.

SOLUCIÓN ESTRUCTURAL LONGITUDINAL A ADOPTAR

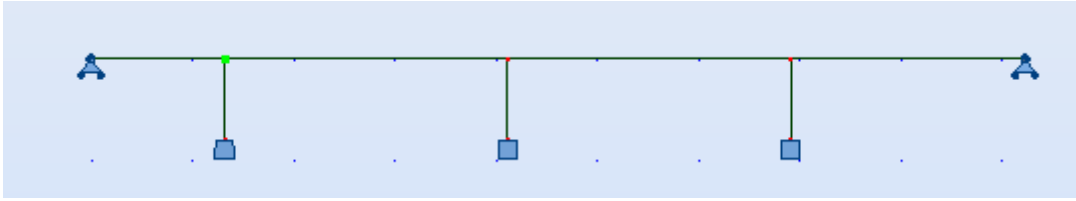
En caso que la solución final a adoptar sea una solución del tablero conformado por vigas prefabricadas y losa hormigonada in situ, una solución razonable, como ya se ha evaluado en el correspondiente apartado es una solución a partir de 2 estructuras longitudinales independientes conformados por 4 vanos cada uno y donde los pilares siguen las inclinaciones que tienen las dos carreteras. Se ha decidido seguir la misma inclinación de los pilares entre pórticos por dos principales motivos:

- Llevará a longitudes de vanos muy parecidos entre pórticos, lo que facilitará el proceso constructivo y su ejecución ya que se dimensionarán ambos siguiendo los mismos criterios de seguridad, confort, funcionalidad y estética.
- Motivo puramente estético

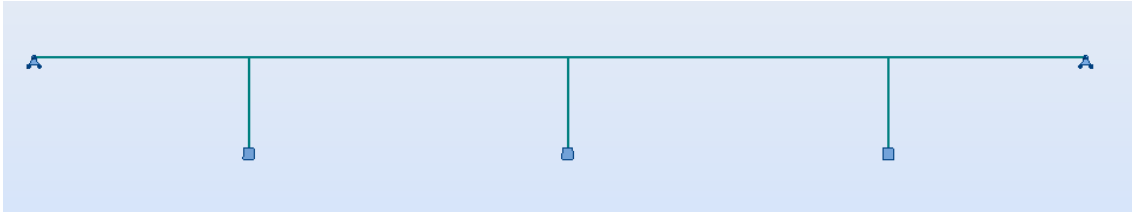
Estos son los esquemas estructurales a analizar para una solución a partir de vigas prefabricadas que cumplan con las limitaciones tanto geométricas como constructivas para el caso abordado:

ESTRUCTURA 1

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

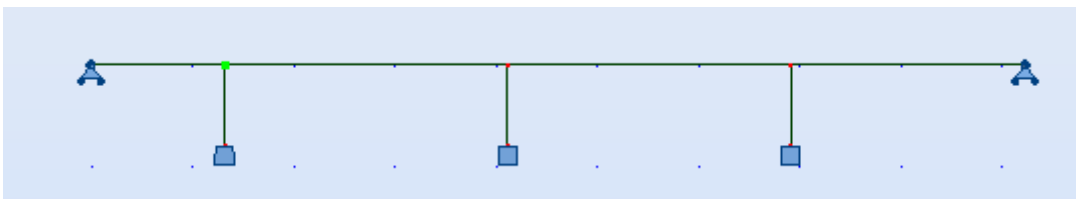


ESTRUCTURA 2

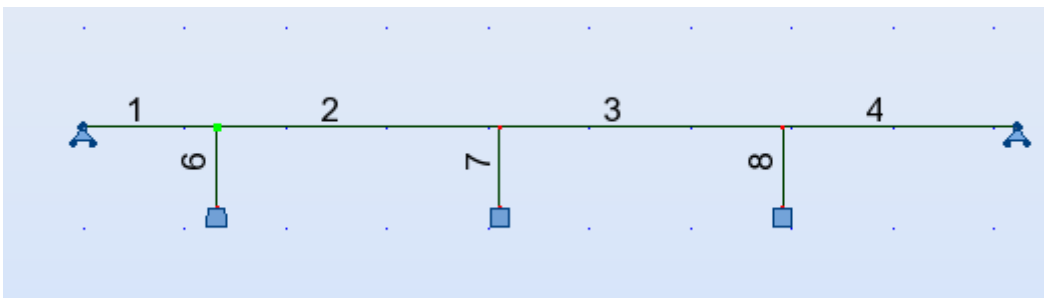


ESTRUCTURA 1 (LADO ESTE)

Estructura conformada por cuatro vanos ($12,2+2\times 29+22,15$). En fase constructiva, cada vano está formado por 5 vigas isostáticas. Una vez hormigonada la losa superior, ya en la fase de apertura de tráfico, los cuatro vanos trabajarán a modo de viga continua debido a que los fenómenos de fluencia produce que los diagramas de esfuerzos varíen a lo largo del tiempo con una tendencia a ser solicitada por unos esfuerzos propios de una estructura hiperestática, como si hubiese sido hormigonada toda a la vez . Este fenómeno se llama redistribución de esfuerzos debidos a la fluencia y se analiza en casos en los que la estructura pasa de diagramas isostáticos a diagramas hiperestáticos por uniones entre elementos, y por lo tanto ha de ser analizado en el caso abordado.

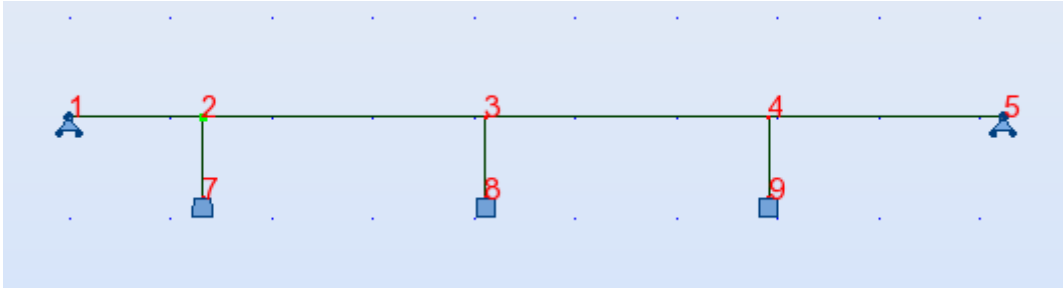


NOMENCLATURA DE LAS BARRAS



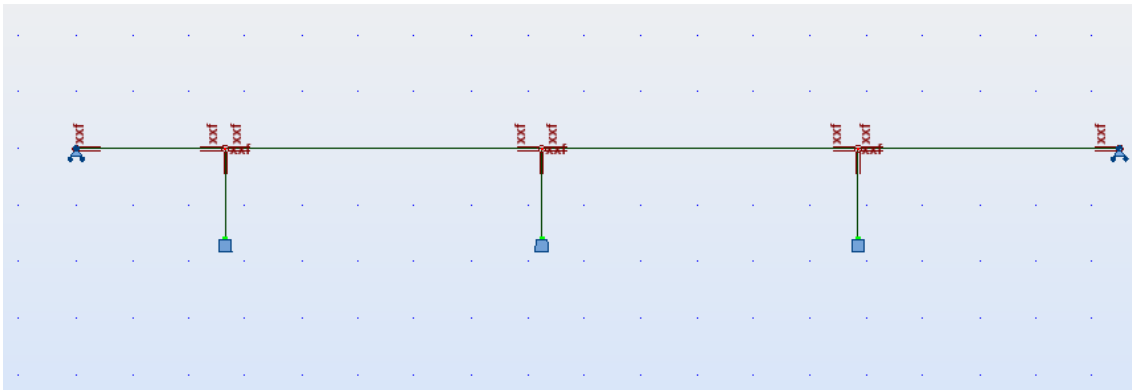
NOMENCLATURA DE LOS NUDOS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

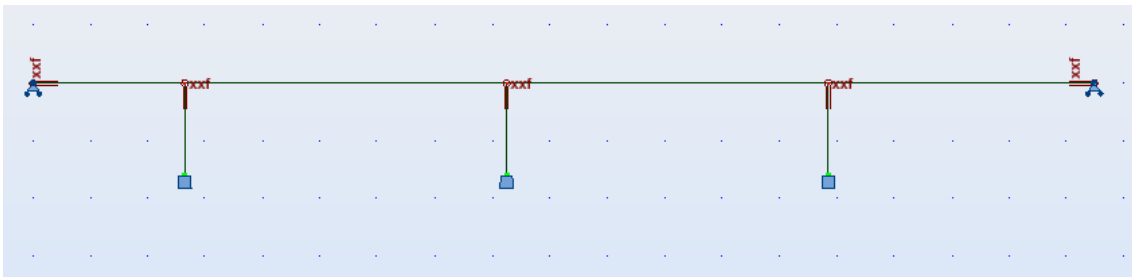


RESTRICCIÓN DE MOVIMIENTOS:

-FASE CONSTRUCTIVA



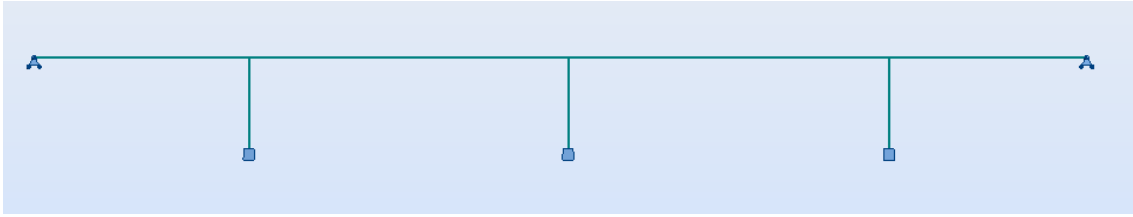
-FASE DE SERVICIO (apertura al tráfico)



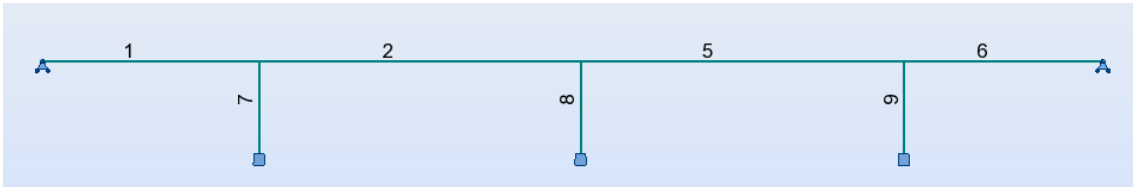
ESTRUCTURA 2 (LADO OESTE)

Estructura conformada por cuatro vanos ($16.2+2 \times 29+17,15$). En fase constructiva, cada vano está formado por 5 vigas isostáticas. Una vez hormigonada la losa superior, ya en la fase de apertura de tráfico, los cuatro vanos trabajarán a modo de viga continua debido a que los fenómenos de fluencia produce que los diagramas de esfuerzos varíen a lo largo del tiempo con una tendencia a ser solicitada por unos esfuerzos propios de una estructura hiperestática, como si hubiese sido hormigonada toda a la vez, . Este fenómeno se llama redistribución de esfuerzos debidos a la fluencia y se analiza en casos en los que la estructura pasa de diagramas isostáticos a diagramas hiperestáticos por uniones entre elementos, y por lo tanto ha de ser analizado en el caso abordado.

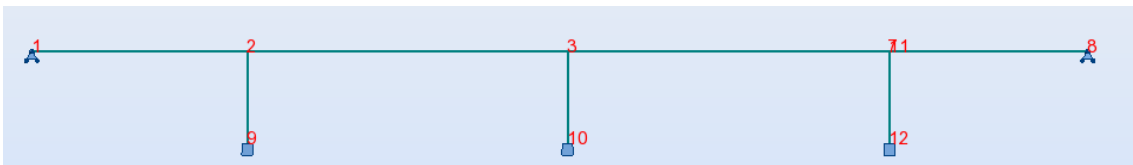
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



NOMENCLATURA DE BARRAS

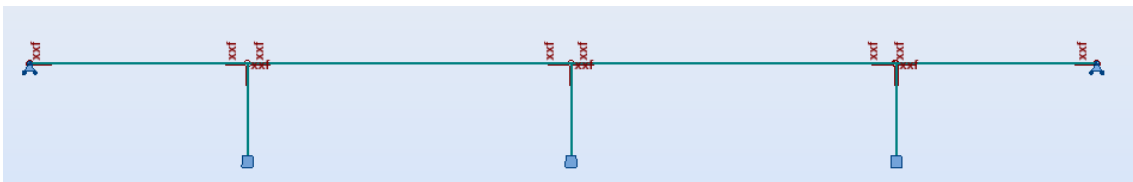


NOMENCLATURA DE NUDOS

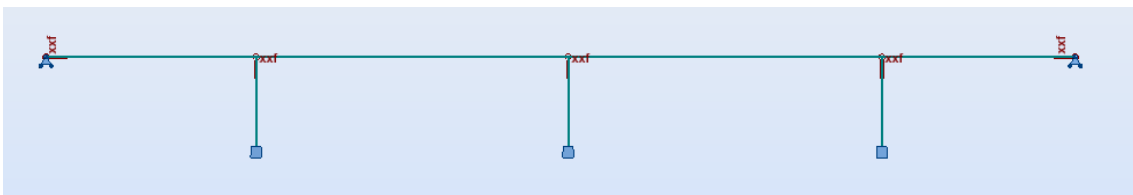


RESTRICCIÓN DE MOVIMIENTOS

-FASE CONSTRUCTIVA (COMPORTAMIENTO ISOSTÁTICO)



-FASE DE SERVICIO (COMPORTAMIENTO HIPERESTÁTICO)



SOLUCIÓN DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL A ADOPTAR

Dada la inexperiencia del proyectista en estas situaciones, **se opta por la elección de un tablero conformado por 5 vigas de 1.90m de canto con una relación h/L más restrictiva, de valor 1/15 y separación de 3,57m. Es una solución conservadora para estar del lado de la seguridad.** Cabe destacar que esto es solo una solución para una primera iteración en la fase de pre diseño y que dichos parámetros pueden ser modificados en la etapa de diseño para que se cumpla con los Estados Límite Último y Estado Límite de Servicio según la normativa aplicada en este proyecto.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

FICHA TECNICA:

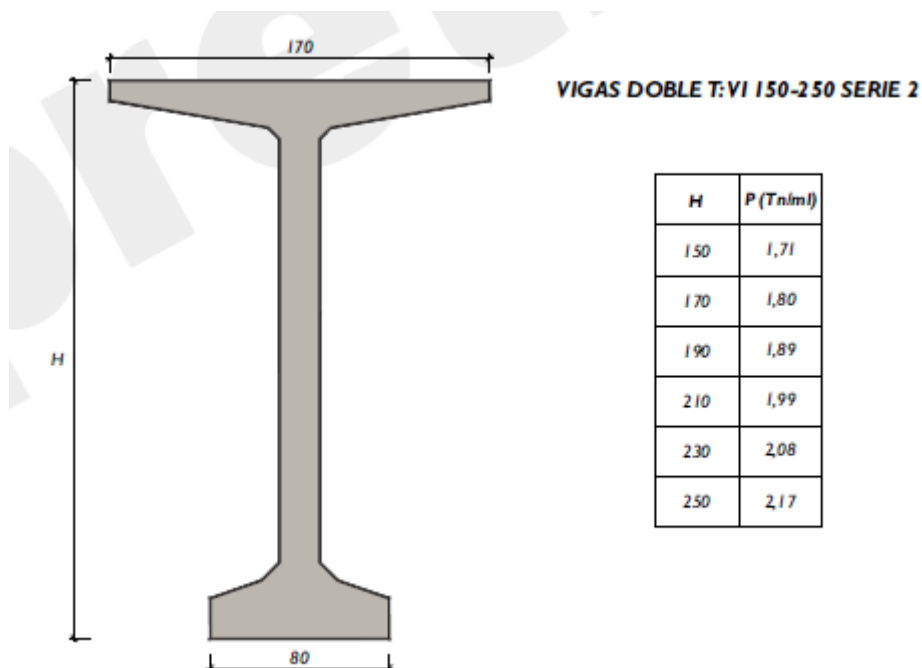
Medidas en las vigas:

En este caso, se ha hecho una suposición. El fabricante de vigas al que se le encomendarán los elementos de hormigón prefabricado ofrece la posibilidad, dada la poca demanda que hay actualmente, de disponer de elementos de viga doble T de medidas estándar (dado que los encofrados son los que son) pero que el armado tanto activo como pasivo sea ajustado al gusto del proyectista y por supuesto según los requerimientos de diseño de cada elemento. Este hecho implicará un cierto ahorro de material y además en el caso del pretensado a disponer supondrá una aproximación mejor al diagrama de momentos producido por las cargas a resistir mediante el envainado de las zonas donde no se requiere pretensado. La forma del diagrama de momentos producido por el pretensado tendrá una forma cuasi parabólica, tanto más cercana al diagrama de momentos real cuanto mayor sea el número de elementos envainados.

Los valores de las medidas son de la línea media. Cabe destacar que para los centros de gravedad y las inercias se han empleado las medidas reales de las vigas

Bfi	80 cm
Tfi	31.25cm
Bw	20cm
Tw	125cm
Bfs	170cm
Tfs	14.85cm

Estos son los diferentes elementos de viga en doble T proporcionados por la empresa escogidos para dar solución al tablero:



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

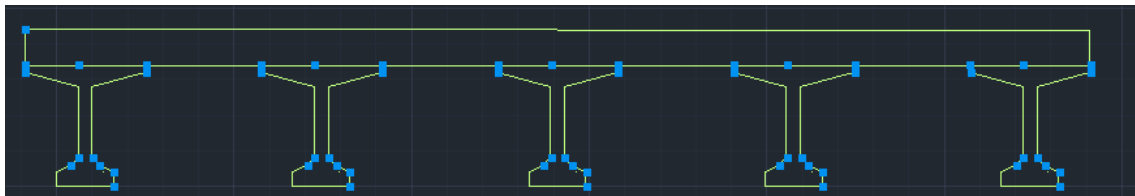
Propiedades geométricas de los elementos de las vigas:

	Area (cm ²)	yg (cm)	Inercia y (cm ⁴)	Steiner y	Inercia z (cm ⁴)
ala inferior	2.500	16'4	60.833	17.181.025	920.833'3
alma	2.500	102'5	3.255.208	25.760'25	83.333
ala superior	2.525	178'2	17.760'4	15.758.525	4242760.4

Propiedades geométricas de las vigas

Area por viga	7.525	cm ²
Yg	99.29	Cm
Iy	32.965.310	cm ⁴
Iz	5.246.927	cm ⁴

DIMENSIONES, DIBUJO ACOTADO



Propiedades geométricas de la sección transversal:

	Cm
bfi	80
tfi	31,25
bw	20
tw	125
bfs	170
tfs	14,85

Donde

bfi es la anchura de la cabeza inferior

tfi es el espesor de la línea media de la cabeza inferior

bw es el espesor del alma de la viga

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

tw es la altura del alma

bfs es la anchura de la cabeza superior

tfs es el espesor de la línea media de la cabeza superior

PESO/ml de las vigas 1.89Tn/ml ó 18.52 KN/ml (viene catalogado)

Ahora se calcula las características de las sección transversal completa considerando, además de las 5 vigas, la sección correspondiente a los 25 cm de los superior. Cabe destacar que se consideran los 25 cm de hormigón con los 5-7 cm de pre-losa ya incluido en los cálculos:

Area total	77.625 cm²
Yg	154.47 cm
Iy	225.589.395'4 cm ⁴
Iz	9.645.738.281 cm ⁴

Cabe destacar que para el cálculo de la inercia en la coordenada vertical y, Steiner se tiene en cuenta desde el centro de gravedad de la sección completa.

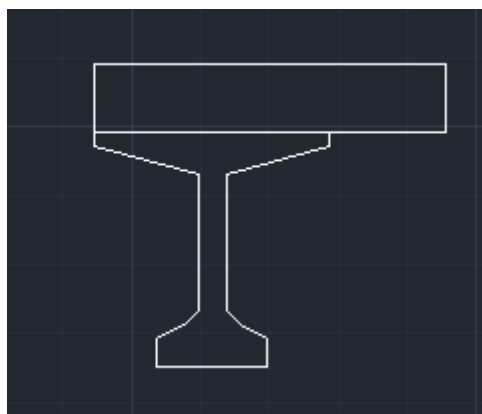
Ahora se diferenciaran las vigas en dos grupos:

-Las vigas de borde

-Las vigas centrales

Y se procederá a calcular las propiedades geométricas de cada grupo teniendo en cuenta la geometría y las propiedades de cada material.

PROPIEDADES DE LAS VIGAS DE BORDE



	AREA ef	Ipropia	Yg	Mestatico	I Steiner
VIGA	7525 cm ²	32.333.801 cm ⁴	99.29 cm	747.157'25 cm ³	14.311.286 cm ⁴
LOSA	5512'5 cm ²	287.109'3 cm ⁴	202.5 cm	1.116.281 cm ³	19.581.282 cm ⁴

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El área efectiva se ha calculado teniendo en cuenta la anchura de losa total homogeneizandola según los módulos de elasticidad de los diferentes hormigones tal y como se demuestra a continuación:

$$E_c = 10.000 \times \sqrt[3]{f_{ck} + 8}$$

$$b' = b \times \frac{E_{c30}}{E_{c50}}$$

Donde

b' es el ancho homogeneizado o ancho eficaz

b es el ancho bruto de losa que recae sobre la viga de borde

E_{c25} y E_{c50} son los módulos de elasticidad de los hormigones de 25 y 50 Mpa de f_{ck} , respectivamente

$$\frac{E_{c25}}{E_{c50}} = \sqrt[3]{\frac{30 + 8}{50 + 8}} = 0.82$$

$$b' = \left(\left(\frac{170}{2} \right) + \left(\frac{357.2}{2} \right) \right) \times 0.82 = 220.5$$

$$\text{Area efectiva} = 1.30 \text{ m}^2$$

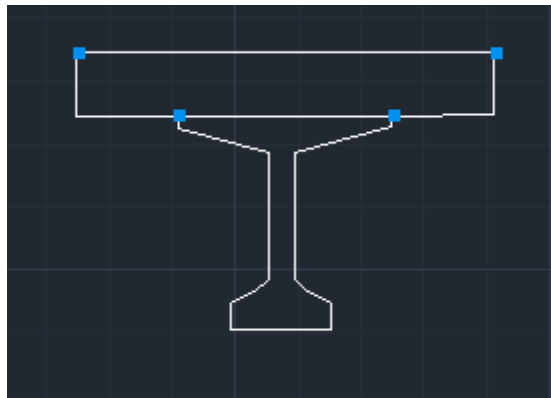
Para saber el cdg de la sección de viga de borde usamos el momento estático ya calculado:

$$Y_g = \frac{M_{estatico}}{\text{Area efectiva}} = 142.9 \text{ cm}$$

La inercia total es la suma de las inercias de los componentes de la sección añadiéndole el miembro referente a Steiner.

$$I = I_{viga} + \text{steiner viga} + I_{losa} + \text{steiner losa} = 0.66 \text{ m}^4$$

PROPIEDADES DE LAS VIGAS CENTRALES



	AREA ef	Ipropia	Yg	Mestatico	I Steiner
VIGA	7525 cm ²	32.333.801 cm ⁴	99.29 cm	747.157'25 cm ³	19.518.833 cm ⁴
LOSA	7403 cm ²	3.854.166 cm ⁴	202.5 cm	1.495.406 cm ³	20.233.867 cm ⁴

El área efectiva se ha calculado teniendo en cuenta la anchura de losa total homogeneizandola según los módulos de elasticidad de los diferentes hormigones tal y como se demuestra a continuación:

$$E_c = 10.000 \times \sqrt[3]{f_{ck} + 8}$$

$$b' = b \times \frac{E_{c25}}{E_{c50}}$$

Donde

b' es el ancho homogeneizado o ancho eficaz

b es el ancho bruto de losa que recae sobre la viga de borde

Ec25 y Ec50 son los módulos de elasticidad de los hormigones de 25 y 50 Mpa de fck, respectivamente

$$\frac{E_{c25}}{E_{c50}} = \sqrt[3]{\frac{25 + 8}{50 + 8}} = 0.829$$

$$b' = 357.2 \times 0.829 = 296.11 \text{ cm}$$

$$\text{Area efectiva} = 1.49 \text{ m}^2$$

Para saber el cdg de la sección de viga de borde usamos el momento estático ya calculado:

$$Y_g = \frac{M_{estatico}}{\text{Area efectiva}} = 150.22 \text{ cm}$$

La inercia total es la suma de las inercias de los componentes de la sección añadiéndole el miembro referente a Steiner.

$$I = I_{viga} + \text{steiner viga} + I_{losa} + \text{steiner losa} = 0.822 \text{ m}^4$$

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y COEFICIENTES DE MAYORACIÓN:

-Recubrimientos:

Según EHE-08 el ambiente en el que se encuentran los elementos en estudio es un ambiente tipo IIb por lo que, para garantizar la durabilidad definida previamente se precisa de un recubrimiento tal que:

$$r \geq \varnothing_{barra} \text{ y } r \geq r_{nominal}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Donde r nominal para vigas prefabricadas es de 20 mm.

-Hormigones:

En vigas prefabricadas HP-50 con $\gamma_c = 1.5$

En la losa, estribos, pilas y cimientos HA-25 y $\gamma_c = 1.5$

-Aceros pasivos

B 500 S y $\gamma = 1.15$

-Aceros activos

Y 1860 S7

$\emptyset = 0.6''$

$f_y \geq 1637 \text{ MPa}$

$f_{\max} \geq 1860 \text{ Mpa}$ $\gamma_s = 1.15$

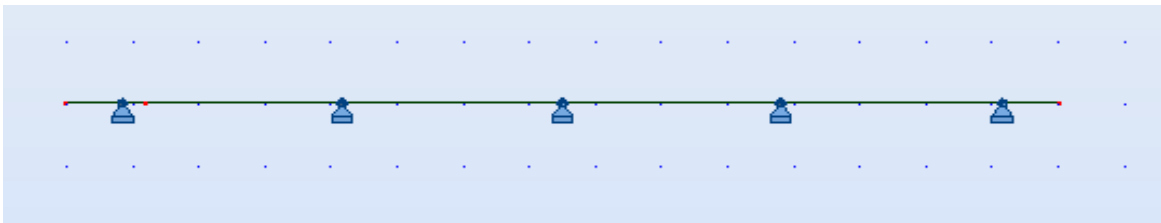
Relajación a 1000 h al 30% $f_{\max} \leq 2\%$

-Nivel de control: INTENSO

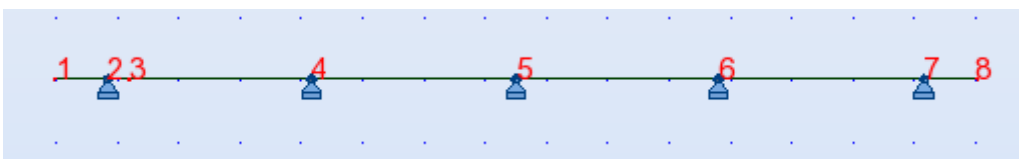
$\gamma_f = 1.35$ para cargas permanentes y $\gamma_f = 1.5$ para sobrecargas en ELU

MODELIZACION DE ESTRUCTURAS LONGITUDINALES

SISTEMA ESTRUCTURAL DE LA SECCION TRANSVERSAL



NOMENCLATURA BARRAS Y NODOS



LINEA DE INFLUENCIA PARA LA REACCION VERTICAL DE UNA DE LAS VIGAS (EXTREMO)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Para el caso abordado, se ha considerado un modelo de la sección transversal conformado por cinco vigas longitudinales que se representan mediante apoyos simples y una losa superior con una rigidez a flexión suficientemente grande como para considerarla infinita, luego la línea de influencia se obtendrá mediante el método de Courbon, que para casos en los que las vigas longitudinales tengan la misma rigidez la ecuación que describe la línea de influencia de la sección viene dada por la siguiente expresión:

$$R_j(x) = \left(\frac{1}{n} + \frac{x_j}{\sum x_i^2} x \right)$$

Donde:

n es el número de vigas

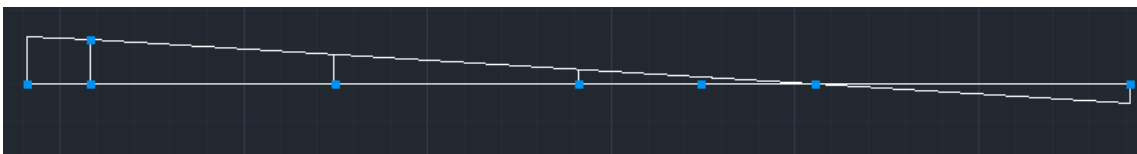
x_j es la coordenada del centro de rigidez a la viga para la cual se busca la línea de influencia

x_i es la coordenada de cada una de las vigas que conforman la sección

En este caso el centro de rigidez coincide con el centro de masas de la sección. Se desprecia la rigidez a torsión de las vigas y se considera la losa como un elemento muy rígido. En el caso que se quisiera profundizar más en el estudio con tal de obtener resultados más precisos se habría de analizar mediante modelos de análisis numérico tales como elementos finitos o modelos de parrilla. En este caso no se ha considerado dicha opción debido a que los resultados obtenidos mediante el método de Courbon permite mediante cálculos simples resultados lo suficientemente buenos para la etapa de prediseño. Más adelante, en la etapa de diseño serán llevados a cabo dichos análisis numéricos intentando así obtener resultados lo más precisos posible.

Como era de ecuación es descrita por una recta debido a la elevada rigidez de la losa, lo que impide que esta flechte.

Aquí se ha representado dicha función a lo largo de la anchura de la sección



De la función anterior a lo largo de la anchura de la sección transversal se puede extraer que para obtener una reacción lo más desfavorable posible en el apoyo extremo izquierdo, la distribución de una carga uniformemente distribuida en los 10,75 m a la izquierda. Y que cargas distribuidas solamente en los 5,6 m restantes (los que se encuentran en el extremo derecho) producirían reacción de la viga hacia abajo, es decir reacción negativa.

ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

CLASIFICACIÓN DE ACCIONES SEGÚN EN 1990 Y 1991

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

GENERALIDADES

Las acciones de tráfico pertinentes y otras acciones sobre puentes deberían clasificarse de acuerdo con el apartado 4.1.1 de la Norma EN 1990.

Las acciones de tráfico en puentes de carretera, peatonales y ferroviarios consisten en acciones variables y acciones para situaciones de proyecto accidentales representadas por varios modelos.

Todas las acciones de tráfico deberían clasificarse como acciones libres dentro de los límites especificados en los capítulos 4 a 6.

Las acciones de tráfico son acciones multicomponentes.

ACCIONES VARIABLES

En condiciones normales de uso (es decir, excluyendo situaciones accidentales), las cargas de tráfico y peatonales (incluyendo la amplificación dinámica, cuando proceda) deberían clasificarse como acciones variables.

Los diversos valores representativos son:

- valores característicos, ya sean estadísticos, es decir, que corresponden a una probabilidad limitada de ser excedidos en un puente durante su vida útil proyectada, o nominales, véase el punto (7) de apartado 4.1.2 de la Norma EN 1990;
- valores frecuentes;
- valores cuasipermanentes.

NOTA 1 – La tabla 2.1 incluye información sobre las bases para la calibración de los principales modelos de carga (fatiga excluida) para puentes de carretera y peatonales. Las cargas ferroviarias y los factores asociados γ y ψ han sido desarrollados utilizando el método (a) de la figura C.1 de la Norma EN 1990.

Modelo de carga de tráfico	Valores característicos	Valores frecuentes	Valores cuasipermanentes
Puentes de carretera			
LM1 (4.3.2)	Periodo de retorno de 1 000 años (o probabilidad de excedencia del 5% en 50 años) para tráfico en las principales carreteras de Europa (factor $\alpha = 1$, véase el apartado 4.3.2)	Periodo de retorno de una semana para el tráfico en las principales carreteras de Europa (factor $\alpha = 1$, véase el apartado 4.3.2)	Calibración de acuerdo con la definición dada en la Norma EN 1990
LM2 (4.3.3)	Periodo de retorno de 1 000 años (o probabilidad de excedencia del 5% en 50 años) para tráfico en las principales carreteras de Europa (factor $\beta = 1$, véase el apartado 4.3.3)	Periodo de retorno de una semana para el tráfico en las principales carreteras de Europa (factor $\beta = 1$, véase el apartado 4.3.3)	Irrelevante
LM3 (4.3.4)	Conjunto de valores nominales. Los valores básicos incluidos en el anexo A se derivan de una síntesis basada en diversas reglamentaciones nacionales	Irrelevante	Irrelevante
LM4 (4.3.5)	Valor nominal considerado representativo de los efectos de una acumulación de tráfico definido mediante referencia a las normas nacionales existentes.	Irrelevante	Irrelevante
Puentes peatonales			

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

NOTA 2 – Para puentes de carretera el anexo nacional puede exigir el uso de valores infrecuentes que se correspondan aproximadamente a un periodo de retomo medio de un año para tráfico en las principales carreteras de Europa. Véanse también las Normas EN 1992-2, EN 1994-2 y el anexo A.2 de la Norma EN 1990.

ACCIONES PARA SITUACIONES DE PROYECTO ACCIDENTALES

Los vehículos de carretera y los trenes pueden generar acciones debido a la colisión o a su presencia o localización accidental. Estas acciones deberían tenerse en cuenta en el cálculo estructural allí donde no se proporcione una protección apropiada.

NOTA – La protección apropiada puede quedar definida en los anexos nacionales o en el proyecto específico.

Las acciones para situaciones de proyecto accidentales que se describen en esta parte de la Norma EN 1991 cubren situaciones usuales. Éstas vienen representadas mediante diferentes modelos de carga que definen valores de cálculo en forma de cargas estáticas equivalentes.

Para acciones debidas a vehículos de carretera pasando bajo puentes de carretera, puentes peatonales y puentes ferroviarios durante situaciones de proyecto accidentales, véanse los apartados 4.7.2 y 5.6.2.

Cuando proceda, deberían definirse las fuerzas de colisión debidas a buques, naves o aeronaves para puentes de carretera, puentes peatonales y puentes ferroviarios (por ejemplo, sobre canales y aguas navegables).

NOTA – El anexo nacional puede definir las fuerzas de colisión. La Norma EN 1991-1-7 incluye valores recomendados para impactos de buques y naves. Pueden especificarse requisitos adicionales para proyectos específicos.

Para acciones en situaciones de proyecto accidentales debidas a vehículos de carretera sobre puentes de carretera y puentes peatonales, véanse los apartados 4.7.3 y 5.6.3 respectivamente.

Para acciones en situaciones de proyecto accidentales debidas a trenes o infraestructuras ferroviarias, véase el apartado 6.7. Son de aplicación, cuando proceda, a puentes de carretera, puentes peatonales y puentes ferroviarios.

SITUACIONES DE PROYECTO

Deben tenerse en cuenta las situaciones de proyecto elegidas, e identificarse los casos de carga crítica. Para cada caso de carga crítica se deben determinar los valores de cálculo de los efectos de las acciones en combinación.

NOTA – Para puentes en los que se utilizan señales para limitar el peso de los vehículos, debe tenerse en cuenta una situación de proyecto accidental correspondiente al cruce del puente por un vehículo que se salte las advertencias.

Los siguientes capítulos proporcionan las diferentes cargas de tráfico a considerar de forma simultánea al usar grupos de carga (combinación de componentes de la acción); cuando proceda, debería considerarse cada una de ellas en los cálculos.

Las reglas de combinación, dependiendo del cálculo que se vaya a emprender, deben estar en concordancia con la Norma EN 1990.

NOTA – Para combinaciones sísmicas para puentes y reglas asociadas, véase la Norma EN 1998-2.

El anexo A.2 de la Norma EN 1990 incluye reglas específicas para la simultaneidad con otras acciones en puentes de carretera, puentes peatonales y puentes ferroviarios.

En el caso de puentes previstos para permitir tanto el tráfico rodado como el ferroviario, deberían especificarse la simultaneidad de acciones y las verificaciones particulares necesarias.

NOTA – Esas normas particulares pueden definirse en el anexo nacional o en el proyecto específico.

CARGAS PERMANENTES:

Según NP EN 1991-1, en este apartado serán contabilizadas todas aquellas acciones de carácter permanente. En las cargas permanentes se incluye el peso propio de los elementos estructurales (hormigón, acero,...), de los elementos no estructurales (impermeabilizantes, asfalto, guarda cuerpos, barreras de seguridad, viga de borde, capas de regularización, New

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Jersey,...), equipamientos fijos, impulsos de tierras, asentamiento de apoyos, retracción del hormigón, fuerza de pretensado,...

PESO PROPIO

El peso propio de la sección considerando una superficie de la sección transversal de 8.5m² y siendo el peso específico del hormigón de 25 KN/m³ es de un valor de 212,5 KN/m.

Para ver la carga a contabilizar en cada viga referente al peso propio de la sección transversal se usa el método de la línea de influencia.

Se cuantificará el valor de la reacción que se obtendrá de aplicar al modelo de sección transversal una carga en los apoyos y de valor igual al peso propio de las vigas y una carga uniformemente distribuida a lo largo de la sección transversal y de valor igual al peso propio de la losa superior. Cabe destacar que en este paso no se considera el peso de la prelosa en concreto si no que se contabilizará el peso equivalente de una sección de hormigón armado macizo (25 KN/m³).

El espesor de la losa superior es de 30 cm, por lo que la carga proyectada en sentido transversal será de 7,5 KN/m considerando un peso específico del hormigón de 25 KN/m³.

Este sería el modelo de carga del esquema estructural de la sección transversal que contiene el peso propio de las vigas, sin contabilizar el de la losa

Ahora se procederá al cálculo de las acciones que actúan sobre la estructura según el reglamento español:

Peso propio de la viga

$$P = \gamma_c \times Area \ viga = 26 \frac{KN}{m^3} \times 0.7525m^2 = 20 \text{ KN/m}$$

Para las vigas de los vanos centrales (de longitud entre apoyos de 28m+0.5m por cada lado) tendremos las siguientes reacciones y esfuerzos actuando debido al peso propio de la viga en vacío:

$$R1 = R2 = P \times \frac{L}{2} = 290 \text{ KN}$$

$$Vx = R1 - (x + 0.5)P = 280 - 20x$$

$$Mx = R1x - (x + 0.5)^2 \frac{P}{2} = 290x - 10(x + 0.5)^2$$

Peso de la losa de compresión

En este caso se ha de diferenciar entre las vigas de borde y las centrales, no teniendo en cuenta el ancho eficaz calculado anteriormente si no que el ancho bruto de la sección.

-Vigas de borde

$$b = 263,75cm \rightarrow P = 25 \times 0.25 \times b = 16.4KN$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Los esfuerzos son proporcionales a los producidos por el peso propio (ya que estamos calculando los diagramas elásticos) con un factor de proporcionalidad igual a:

$$F = \frac{16.4}{20} = 0.82$$

-Vigas centrales

$$b = 357.3\text{cm} \rightarrow P = 25 \times 0.25 \times b = 21.3\text{KN}$$

Los esfuerzos son proporcionales a los producidos por el peso propio (ya que estamos calculando los diagramas elásticos) con un factor de proporcionalidad igual a:

$$F = \frac{21.3}{20} = 1.065$$

Peso de cargas muertas

- Pavimento

Para esta etapa del diseño en la que aún no se saben los espesores finales de diseño que se colocarán en la capa de rodadura se supone un espesor de 10 cm con un peso específico de dicha mezcla de valor 2.3 KN/m². Cabe destacar que en los laterales se colocará viga de borde de 0,4 m de ancho, por lo que no se precisará aplicar bituminoso.

-Viga de borde

$$b = 263.6 \rightarrow P = 2.3 \times (2.63 - 0.40) = 5.14 \text{ KN/m}$$

$$F = \frac{5.14}{20} = 0.257$$

-Vigas centrales

$$b = 357.2 \rightarrow P = 2.3 \times 3.572 = 8.21 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$F = \frac{8.21}{20} = 0.41$$

- Barreras

Para el efecto producido por las acciones del peso de las barreras, se supondrán de un peso lineal de valor 12 KN/m en cada uno de los bordes. Este cálculo se ha hecho directamente en el emparrillado para ver como contribuyen a resistir todos los elementos de viga junto con la losa.

Sobrecargas

- Sobrecargas repartidas:

Se aplicará una serie de cargas verticales según se demostrará a continuación para los distintos grupos de carga descritos en el Eurocódigo 1 parte 2 correspondiente a las cargas de tráfico.

-Cargas de nieve

Las cargas de nieve no suelen ser tenidas en cuenta ya que, el puente ha de estar libre de obstáculos debido al paso de vehículos. Aun así se pueden producir acumulaciones de nieve en los bordes. Por eso el proyectista ha querido contabilizar la acción de nieve para tener referencia del orden de magnitud de dicha acción para considerar, o no, su efecto sobre la estructura.

Según EN 1991-1.3 la zona donde se encuentra la construcción en estudio es la zona 1 del mapa Europeo de cargas de nieve en la península Ibérica. Y la expresión para determinar el valor característico de dicha acción es la siguiente:

$$sk = (0.19Z - 0.095) \left(1 + \frac{A}{524}\right)^2$$

$$Sk = 0.1 \text{ KN/m}^2$$

Donde Z es el número de zona y A la altura sobre el nivel del mar (100m).

Dado el valor de 0,1, no se considera que sea una acción que produzca los suficientes efectos como para que sea contabilizado, así que se descartarán sus efectos.

Deformaciones por fluencia y retracción

Se calculan mediante la formulación de la EHE, en este caso, para el tablero completo (viga+losa). Para el predimensionamiento consideramos las siguientes hipótesis ambientales:

$$T = 36500 \text{ días (100 años)}$$

$$T_s = 0 \text{ días}$$

$$T_0 = 5 \text{ días}$$

$$HR = 75\%$$

$$A_c = 7.76 \text{ m}^2$$

$$F_{ck} = (25+50)/2 = 37.5 \text{ KN/m}^2$$

$$\varepsilon_f = 2.363 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$$

$$\varepsilon_r = 3.34 \times 10^{-4} \text{ mm/mm}$$

Y según el Eurocódigo

Deformaciones térmicas

Para el cálculo de la deformación térmica del tablero según la instrucción española se supone que el tablero está situado en el sur de Galicia, en las proximidades de Oporto.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$\Delta T = K \times Z^a \times h^b \times s^c$$

Donde

$$z=3$$

$$h= 1.90+0.25 = 2.15$$

$$s= 3.57\text{m}$$

$$K=26.9$$

$$A= 0,3, b= -0.088 \text{ y } c=0.057$$

La variación de temperatura es entonces 38º.

Asumiendo que el tablero se construye a una temperatura media se obtiene una variación de $\pm 19^\circ$ que traducido a deformaciones unitarias teniendo en cuenta el coeficiente de expansión térmica de $1 \cdot 10^{-5}$ da un valor de $1.85 \cdot 10^{-4}$ mm/m.

Deformaciones impuestas totales

$$\varepsilon_{total} = \varepsilon_c + \varepsilon_s + \varepsilon_{\Delta T} = 7.553 \cdot 10^{-4}$$

Fuerza de frenado

La fuerza de frenado Q_{fk} debe tomarse como una fuerza horizontal que actúa al nivel de la calzada. El valor característico de Q_{fk} está limitado a 900 KN para la anchura total del puente, y debería de calcularse como una fracción del máximo total de las cargas verticales del modelo de carga 1 (que se definirá a continuación) tal y como sigue:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$Q_{1k} = 0,6\alpha_{Q1}(2Q_{1k}) + 0,10\alpha_{Q1}q_{1k}w_1L$$
$$180\alpha_{Q1} (kN) \leq Q_{1k} \leq 900 (kN) \quad (4.6)$$

donde

L es la longitud del tablero, o de la zona de la misma que se considera.

NOTA 1 – Por ejemplo, $Q_{1k} = 360 + 2,7L (\leq 900 \text{ kN})$ para un carril de 3 m de anchura y una longitud de carga $L > 1,2$ m, si todos los factores α son iguales a la unidad.

NOTA 2 – El límite superior de 900 kN puede ajustarse en el anexo nacional. El valor de 900 kN normalmente cubre la fuerza máxima de frenado de los vehículos de acuerdo a STANAG⁶⁾.

Las fuerzas horizontales asociadas al modelo de carga 3 deberían definirse cuando corresponda.

NOTA – El anexo nacional puede definir las fuerzas asociadas con el modelo de carga 3.

Esta fuerza debería considerarse como localizada a lo largo del eje de cualquier carril. No obstante, si los efectos de excentricidad no son relevantes, puede considerarse aplicada sólo a lo largo del eje de la calzada y uniformemente distribuida a lo largo de la longitud cargada.

Las fuerzas de aceleración deberían considerarse con la misma magnitud que las fuerzas de frenado, pero en sentido opuesto.

NOTA – Esto en la práctica quiere decir que Q_{1k} puede ser tanto negativo como positivo.

Debería definirse la fuerza horizontal transmitida por las juntas de dilatación o aplicada a los elementos de la estructura que pueden cargarse por un único eje.

NOTA – El anexo nacional puede definir el valor de Q_{1k} . El valor recomendado es $Q_{1k} = 0,6 \alpha_{Q1} Q_{1k}$. (4.6a)

Como se ha podido observar de la normativa, en los puentes en los que se permita el paso a vehículos especiales, como es el caso, las fuerzas horizontales pueden venir definidas en el anexo nacional. En dicho anejo, no se ha podido encontrar ninguna referencia, así que se ha considerado la ecuación siguiente:

$$Q_{fk} = 360 + 2.7L$$

Para un valor del carril nominal de ancho 3m, longitud cargada L 28m y todos los factores α igual a la unidad (para estar del lado de la seguridad) el valor característico de la fuerza de frenado es de 436.6 KN/m.

Las fuerzas de frenado, que son función de la longitud del tablero, de la carga vertical del ancho de carril nominal y de los factores alpha escogidos (en las carreteras europeas se propone un valor igual a la unidad) se aplican como una fuerza localizada en el eje de la calzada (sin tener en cuenta excentricidades) y uniformemente distribuida a lo largo de la calzada.

En el caso abordado dicha carga se considera de valor de diseño 786 KN, ya que se supone que un vehículo especial de gran tonelaje produciría un esfuerzo mayor en caso de frenado.

Se consideran para ello todos los sentidos y aplicada en cada uno de los vanos para así obtener la envolvente de esfuerzos que produce sobre la estructura para ser debidamente combinado junto con las demás acciones pertinentes. En el caso de los efectos de las acciones de frenado son combinadas junto con las acciones producidas por LM1 con los correspondientes factores de simultaneidad frecuentes (descritos en el Anejo A2 del EN1990).

Fuerzas centrífuga y otras fuerzas transversales

La fuerza centrífuga Q_{tk} debería considerarse como fuerza transversal actuando al nivel de la calzada terminada y radialmente al eje de la misma. El valor característico de esta incluyendo los efectos dinámicos debería de tomarse de la siguiente tabla dependiendo del radio de curvatura en planta del eje del puente:

La fuerza centrífuga Q_{tk} debería considerarse como una fuerza transversal que actúa al nivel de la calzada terminada y radialmente al eje de la misma.

El valor característico de Q_{tk} , en el que se incluyen los efectos dinámicos, debería tomarse de la tabla 4.3.

Tabla 4.3
Valores característicos de la fuerza centrífuga

$Q_{tk} = 0,2 Q_v$ (kN)	si $r \leq 200$ m
$Q_{tk} = 40 Q_v / r$ (kN)	si $200 \text{ m} \leq r \leq 1\,500$ m
$Q_{tk} = 0$	si $r > 1\,500$ m

donde

r es el radio horizontal del carril central de la calzada [m];

Q_v es el peso máximo total de las cargas verticales concentradas de los sistemas tandem de LM1, es decir, $\sum_i \alpha_{Qi} (2Q_{ik})$ (véase la tabla 4.2).

Debería considerarse que Q_{tk} actúa como carga puntual en cualquier sección transversal del tablero.

Cuando proceda, deberían considerarse las fuerzas laterales debidas al derrapaje o patinaje durante el frenado. Debería tenerse en cuenta una fuerza transversal de frenado, Q_{trk} , igual al 25% de la fuerza longitudinal de frenado o acelerado, Q_{ik} , actuando simultáneamente con Q_{tk} en el nivel de la calzada terminada.

En el caso abordado, el trazado del puente superior es recto en planta, por lo que las fuerzas centrífugas son nulas y sus efectos no son contabilizados como acción a combinar junto con otras de las acciones descritas en los correspondientes apartados.

-Fuerza de Sismo:

Los criterios recogidos en este proyecto tienen el objetivo de lograr los siguientes requisitos:

-Ausencia de colapso para el sismo último de cálculo. El puente soportará el sismo último de cálculo definido más adelante, sin que se produzca colapso, local o global. Es decir, después de que ocurra un evento sísmico de estas características, el puente mantendrá su configuración y una capacidad resistente residual suficiente para permitir el tráfico de emergencia, aunque los daños producidos podrán ser importantes en determinadas partes de la estructura. En este caso, en el que el esquema estructural cambia en el procedimiento constructivo con respecto de correspondiente a la situación en servicio, debe cumplirse bajo la acción de un sismo durante la construcción para las situaciones constructivas que sean críticas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

-Limitación del daño para el sismo frecuente de cálculo: La acción sísmica denominada sismo frecuente de cálculo podrá causar únicamente daños menores y no será necesario acometer reparaciones importantes de manera inmediata ni restringir el tráfico sobre el puente después de un terremoto de esas características.

Se denomina sismo básico a un sismo de baja probabilidad de ocurrencia que corresponde a un periodo de retorno de 500 años.

El sismo último de cálculo, resulta de multiplicar la acción del sismo básico por el factor de importancia γ_I recogido en esta tabla:

Importancia del puente	γ_I
Normal	1,0
Especial	1,3

Sismo frecuente a un sismo de alta probabilidad de ocurrencia durante la vida útil del puente, con un periodo de retorno de 100 años.

El sismo frecuente de cálculo es el resultado de multiplicar el factor de importancia por el sismo frecuente.

Sismo de construcción: se toma el sismo correspondiente a un periodo de retorno no menor a cinco veces la duración de la etapa de construcción.

Clasificación de los puentes según su importancia: es una clasificación en función de los daños que pueda ocasionar su destrucción.

En este caso se adoptará una clasificación de especial importancia con un valor del coeficiente de 1.3, lo que supone en aumentar en un 30% el valor de las aceleraciones de los sismos último y frecuente.

-Situación sísmica de cálculo:

Teniendo en cuenta que la instrucción española trata la acción sísmica como una acción accidental, las situaciones de cálculo en que aparece involucrada esta acción son situaciones accidentales. Las combinaciones de acciones a considerar en este caso para el estudio de la acción sísmica que se puede presentar a lo largo de la vida útil del puente es la siguiente:

$$\sum_{i \geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} \cdot G_{k,j}^* + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_A \cdot A_E$$

Donde

$\gamma_{G,i}$, $\gamma_{G^*,j}$, $\gamma_{Q,1}$, γ_A son los coeficientes parciales de seguridad de las acciones

$G_{k,i}$ es el valor característico de las acciones permanentes sobre la estructura, y ya calculados

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$G_{k,j}^*$ es el valor característico de las acciones permanentes de valor no constante a los que está sometida la estructura y que hasta el momento no han sido calculados.

$\Psi_{2,1} Q_{k,1}$ es el valor casi-permanente de la sobrecarga de uso. A efectos de aplicación de la instrucción sismoresistente para puentes, en los puentes de media intensidad como es el caso **se puede tomar igual a 0.**

A_E es el valor de la acción sísmica pertinente según si la comprobación se vaya a realizar para es sismo último de cálculo, el sismo frecuente de cálculo o sismo durante la construcción, según se analizará en breve.

Cabe destacar que **no se combinará el efecto del sismo con el viento ni la nieve.**

CRITERIOS CONCEPTUALES DE PROYECTO

En puentes en los que se admita comportamiento dúctil, las rótulas plásticas deberán formarse en las pilas. Es conveniente que las zonas donde se formen dichas rótulas plásticas sean accesibles para su reparación.

Debe procurarse que las rótulas plásticas se produzcan de forma simultánea, ya que, en caso contrario incrementa la ductilidad local en las que se forman primero. Es difícil en el caso de puentes con tablero continuo en los que la rigidez transversal de los estribos y las pilas cortas es muy alta frente las esbeltas. En este caso debe considerarse la posibilidad de apoyos deslizantes o elastoméricos que minimicen la participación de las pilas cortas u otros elementos rígidos en el proceso de reparto de la carga.

Los aparatos de apoyo deben de ser accesibles para su reparación o sustitución después del sismo.

CONSIDERACIÓN DE LA ACCIÓN SÍSMICA

No es necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento A_b cumpla $A_b < 0,04g$ donde g es la gravedad. Tampoco se consideran las acciones sísmicas en las situaciones en los que la aceleración sísmica horizontal de cálculo A_c sea inferior a $0,04g$

Como se verá a continuación en el caso que nos aborda, la acción sísmica sí debiera ser tenida en cuenta como acción de combinación ya que la aceleración básica del emplazamiento es superior al límite que dispensa de su cálculo.

ACCIÓN SÍSMICA

Los principales efectos de los terremotos en puentes provienen del movimiento vibratorio que el terreno de apoyo transmite a la estructura a través de la cimentación. Este movimiento es el único que se considera en este apartado.

Los terremotos pueden dar lugar a otros efectos, como desplazamientos permanentes entre apoyos causados por licuación, movimientos de ladera, subsidencia, rupturas del terreno por fallas activas, colapso en cavidades, densificación, etc... que podrán suponer importantes daños en la estructura. El emplazamiento de los puentes debe, en general, estar libre de este tipo de riesgos. Cuando se considere posible la aparición de estos fenómenos, deberán ser objeto de estudios específicos que los cuantifiquen.

En el caso que nos aborda, según el estudio geológico, en el que se considera despreciable la ocurrencia de colapsos y apariciones de fallas en superficie debidas a acciones sísmicas y al estudio geotécnico en el que no se considera riesgo de licuación ni otros fenómenos descritos, se considera que el terreno está libre de riesgos geotécnico-geológicos.

CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

Los movimientos del suelo provocados por un terremoto están influidos por el tipo de terreno. Por ello es necesario llevar a cabo las investigaciones necesarias para identificar el tipo de terreno. Por ello, es necesario llevar a cabo las investigaciones necesarias para identificar el tipo de terreno de acuerdo con las indicaciones recogidas a continuación. En la normativa sismoresistente para puentes española, el terreno se clasifica en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s
- Terreno tipo 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, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s

Para el caso abordado, el terreno del emplazamiento se considera un terreno de tipo 3, con una velocidad de propagación de las ondas transversales entre 200 y 400 m/s. Según correlaciones semiempíricas el valor de v_s ha sido obtenido a partir del ensayo SPT, como se puede ver en el correspondiente anejo geotécnico.

Cada tipo de terreno se le asigna un valor del coeficiente C, coeficiente de terreno que aparece en esta tabla:

Tipo de terreno	Coficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Este coeficiente participa en la definición del espectro elástico de respuesta.

En el caso abordado $c=1,6$

Para definir el movimiento sísmico, es necesario cuantificar las componentes del movimiento en dirección horizontal y en dirección vertical. La acción sísmica horizontal se describe mediante la componente longitudinal y la componente transversal al puente, como independientes y representadas mediante el mismo espectro de respuesta. El espectro correspondiente a la componente vertical podrá obtenerse simplificadaamente como se verá a continuación.

La acción sísmica horizontal de cálculo se define como el producto

$$a_c = S \rho a_b$$

Donde

a_b es la aceleración básica según la norma, cuyo mapa se reproduce en la siguiente figura y cuyos términos municipales se recojen en el Anejo 1, en el caso abordado **$a_b=0,08g$ y $K=1$**

a_c es el valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de 500 años

ρ coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores $\rho=\gamma I \cdot \gamma II$

γI coeficiente de importancia **de valor 1,3**

γII factor modificador para considerar un periodo de retorno de 500 años. El producto $\rho \cdot a_b$ 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. Obviamente en este caso no se considerará esa opción, sino que se tomará la forma aproximada :

$$\gamma II = (P_R / 500)^{0,4}$$

Como se considera sismo último el valor del coeficiente es igual a la unidad

S coeficiente de amplificación de terreno, y toma el valor según:

$$\text{Para } \rho a_b \leq 0,1 g \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 g < \rho a_b < 0,4 g \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } 0,4 g \leq \rho a_b \quad S = 1,0$$

Por lo que **$S= 1.6/1.25 = 1.28$**



En el anejo adjunto a la normativa se puede encontrar por municipios los valores de la aceleración sísmica. Lógicamente sólo de municipios pertenecientes a España. A efecto de cálculo se considera los valores correspondientes al municipio español más cercano al emplazamiento.

ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICA

Espectro de respuesta en aceleraciones:

-Componentes horizontales

Para las componentes horizontales (longitudinal y transversal) de la acción sísmica, se considera el siguiente espectro de respuesta elástica de aceleraciones $S_a(T)$ correspondiente a un oscilador lineal simple.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$0 \leq T \leq T_A: \quad S_a (T) = \left[1 + \frac{T}{T_A} (2,5 v - 1) \right] a_c$$

$$T_A \leq T \leq T_B: \quad S_a (T) = 2,5 v a_c$$

$$T_B \leq T \leq T_C: \quad S_a (T) = 2,5 v \frac{T_B}{T} a_c$$

$$T_C \leq T: \quad S_a (T) = 2,5 v \frac{T_B T_C}{T^2} a_c$$

Donde

Ac es la aceleración sísmica

V es el factor corrector dependiente del amortiguamiento equivalente de la estructura, y puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$v = (5 / \zeta)^{0,4} \geq 0,55$$

Y es válida para valores del amortiguamiento mayor al 1% (como es el caso)

Ta,Tb,Tc son los valores que delimitan el espectro. Estos valores, que dependen del tipo de sismo de cálculo y frecuente y del tipo de cimentación del puente, se obtienen de las expresiones indicadas en la siguiente tabla:

Sismo último de cálculo	Sismo frecuente de cálculo Sismo de construcción
$T_A = K C / 10$	$T_A = K C / 20$
$T_B = K C / 2,5$	$T_B = K C / 5$
$T_C = K (2 + C)$	$T_C = K (1 + 0,5 C)$

En el caso que nos aborda, donde $K=1$ y $C = 1,6$ se obtienen unos valores de **Ta,Tb y Tc de 0.08,0.32 y de 1,8 segundos respectivamente.**

En la siguiente figura se representa el espectro de aceleraciones:

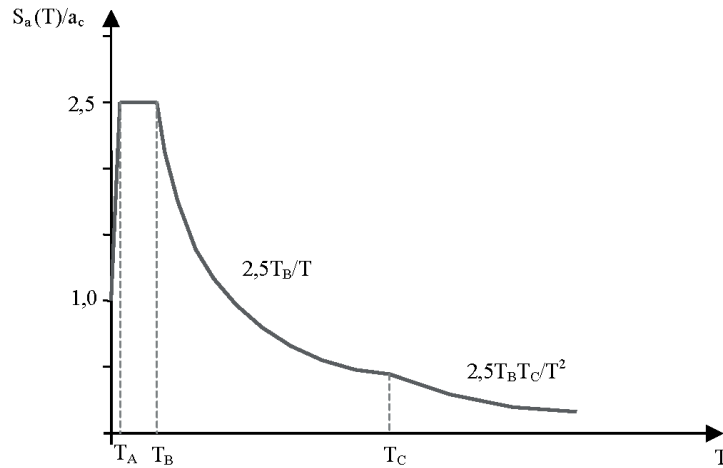


Figura 3.2 Forma del espectro de respuesta de aceleraciones para un índice de amortiguamiento $\zeta = 5\%$

-Componente vertical:

A falta de estudios más precisos, la normativa española permite considerar el valor de la componente vertical de las aceleraciones igual al valor de las horizontales multiplicada por un factor de 0,7

Espectro de desplazamientos:

El espectro de respuesta elástica de desplazamientos S_d puede obtenerse a partir del espectro de aceleraciones mediante esta expresión:

$$S_d(T) = S_a(T) \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2$$

Para periodos suficientemente mayores que T_c , pueden considerarse valores menores, pero nunca menores que el desplazamiento sísmico del terreno d_c

VELOCIDAD Y DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MÁXIMOS DEL TERRENO

La velocidad y desplazamientos horizontales máximos de la superficie del terreno pueden estimarse por medio de las siguientes expresiones:

$$v_c = 0,2 T_B a_c$$

$$d_c = 0,025 T_B T_C a_c$$

Donde a_c es la aceleración sísmica horizontal de cálculo ya calculada

$V_c=0.08$ m/s y $d_c= 0.0187$ m

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

VARIABILIDAD ESPACIAL

En el caso abordado no se considerará que los movimientos sísmicos en los distintos apoyos del puente sean lo suficientemente diferentes como para que este hecho requiera una consideración especial.

Esto es así porque la zona del emplazamiento del puente no tiene rasgos topográficos muy acusados, ni el puente se considera de gran longitud.

No se considera objeto de estudio especial al tratamiento de la variabilidad espacial del puente en este caso

CÁLCULO MODAL ESPECTRAL

Para la aplicación del cálculo modal espectral, la acción sísmica se representará mediante los espectros de respuesta elástica ya definidos.

El cálculo del puente se efectuará considerando separadamente las componentes longitudinal, transversal y vertical de la acción sísmica combinando sus efectos del siguiente modo:

$$E = \sqrt{\sum E_i^2} \quad \text{es decir} \quad E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

No se considera necesaria la introducción de las componentes verticales del sismo sobre las pilas, ya que la normativa solamente obliga a ello en caso que la componente vertical del mismo sea comparable al de las componentes horizontales.

En el tablero, como este es pretensado, será necesario tener en cuenta la componente vertical ascendente de la acción sísmica, así como en los apoyos.

Como se ha establecido que la estructura tendrá un comportamiento con ductilidad limitada bajo la acción del sismo último de cálculo, se utiliza un espectro de respuesta reducido de acuerdo con esta expresión:

$$S_{a,r}(T) = \frac{1}{q} S_a(T)$$

Donde

$S_a(T)$ es el espectro de respuesta reducido, o espectro de cálculo

$S_a(T)$ es el espectro de respuesta elástica correspondiente al sismo último de cálculo

Q es el factor de comportamiento

Cabe destacar que para el sismo frecuente, el espectro de respuesta a usar es el elástico

FACTOR DE COMPORTAMIENTO

El factor de comportamiento se define globalmente para toda la estructura y es un índice de ductilidad.

Para la dirección vertical es de valor igual a la unidad

A efectos de este proyecto, se considera un puente regular ya que las pilas tienen las mismas dimensiones y la misma rigidez en dirección transversal y longitudinal. Se considera que las rótulas plásticas aparecerán prácticamente de manera simultanea.

En esta tabla se puede obtener el factor de comportamiento para las componentes horizontales de la acción sísmica:

TIPO DE ELEMENTO DÚCTIL	Tipo de comportamiento	
	Ductilidad limitada	Dúctil
Pilas de hormigón armado: Pilas verticales trabajando a flexión ⁽¹⁾ Pilas inclinadas trabajando a flexión	1,5 1,2	3,5 $\lambda(\alpha_s)$ 2,1 $\lambda(\alpha_s)$
Pilas de acero Pilas verticales trabajando a flexión Pilas inclinadas trabajando a flexión Pilas con arriostramientos centrados Pilas con arriostramientos descentrados ⁽²⁾	1,5 1,2 1,5 -	3,5 2,0 2,5 3,5
Estribos rigidamente unidos al tablero En general Marcos encajados en el terreno	1,5 1,0	1,5 1,0
Arcos	1,2	2,0
⁽¹⁾ $\alpha_s = L / h$ es el índice de cortante de la pila, siendo L la distancia desde la rótula plástica hasta el punto de momento nulo y h el canto de la sección transversal Si $\alpha_s \geq 3$ $\lambda(\alpha_s) = 1$ Si $1 \leq \alpha_s < 3$ $\lambda(\alpha_s) = \sqrt{\frac{\alpha_s}{3}}$		
⁽²⁾ Esta tipología estructural sólo está indicada cuando se desee un tipo de comportamiento dúctil		

En el caso abordado, en el que hemos considerado un comportamiento con ductilidad limitada en las pilas para el sismo último, el valor a adoptar para el factor de comportamiento en las componentes tanto transversal como longitudinal del sismo es de **q=1,5**

MÉTODO DEL MODO FUNDAMENTAL

El método del modo fundamental es un método estático equivalente al modal espectral, cuya utilización sólo es válida cuando el comportamiento dinámico de la estructura pueda analizarse

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

con suficiente precisión mediante un modelo dinámico de un solo grado de libertad. Se puede considerar que esto se cumple en tableros de puentes con tablero sustentado por pilas verticales (como es el caso), siempre que se verifiquen además las siguientes condiciones:

-Para el cálculo en dirección longitudinal, el tablero es continuo y recto y la masa de todas las pilas es inferior a 1/5 de la masa del tablero.

-Para la dirección transversal, se debe de cumplir que la distribución de la masa y rigidez del puente es simétrica alrededor del centro de rigidez de los elementos de sustentación, es decir la distancia e_0 entre el centro de rigidez de los elementos de sustentación y el centro de masa del tablero no supera el 5% de la longitud del mismo, como es el caso ya que es doblemente simétrico y los centros de masa coinciden con los centros de rigidez.

-En el caso de pilas que soportan vanos isostáticos, la masa total de cada pila es inferior a 1/5 de la masa de la parte del tablero soportada por esa pila.

Se considerarán independientes las componentes longitudinal, transversal y vertical de la acción sísmica. Para cada dirección, se determinará la fuerza estática equivalente que actúa sobre el tablero, que se obtiene a partir de las fuerzas de inercia correspondientes al modo fundamental y al periodo natural de la estructura en la dirección considerada, obtenidas utilizando la ordenada correspondiente del espectro de cálculo.

Los efectos correspondientes a cada dirección se combinan mediante una media cuadrática.

En función de las características del puente, el método del modo fundamental se aplica utilizando uno de los tres modelos simplificados:

- Método del tablero rígido
- Modelo de tablero flexible
- Modelo de pila aislada

Para el método del tablero rígido ha de cumplirse que bajo la acción sísmica, la deformación del tablero en un plano horizontal es despreciable en comparación con los desplazamientos de las pilas más los aparatos de apoyo. Se puede suponer que esto se cumple en los siguientes casos:

- En tableros con tablero recto y continuo (para dirección longitudinal)
- En tableros con relación $L/B < 4$ (dirección transversal)

En puentes con tablero rígido, los efectos sísmicos se pueden calcular aplicando sobre el tablero una fuerza estática equivalente dada por la siguiente expresión:

$$F = \frac{G}{g} \cdot \frac{S_a(T)}{q}$$

Donde

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

F fuerza equivalente estática

G peso total efectivo que incluye el del tablero, el del dintel y el de la mitad superior de las pilas. El de la sobrecarga se considera 0 como ya se comentó.

g aceleración de la gravedad

q factor de comportamiento

Sa(T) valor del espectro de aceleraciones en la dirección considerada, correspondiente al período fundamental T estimado mediante esta expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G}{g \cdot K}}$$

Donde k es la rigidez del sistema calculada como suma de las contribuciones de cada pila

La fuerza F se reparte a lo largo del tablero de forma proporcional a la distribución de las masas efectivas.

El efecto de guiñada del tablero puede asimilarse a la acción de un momento torsor Mt de eje vertical

$$M_t = \pm F \cdot e$$

F fuerza estática equivalente en dirección transversal

E excentricidad de cálculo de valor $e=e_0+e_s$

Eo excentricidad teórica longitudinal

Es es la excentricidad accidental de valor $e_s= 0.05L$

L es la longitud de tablero

El modelo estructural del puente se define discretizando la estructura con un número suficiente de grados de libertad para representar adecuadamente las distribuciones de masa, rigidez y amortiguamiento.

El modelo empleado es capaz de reproducir los modos de vibración más importantes de la estructura, los que puedan ser activados por la acción sísmica .

En el modelo de cálculo, se considera la participación de las masas correspondientes a las acciones presentes en la combinación sísmica.

La masa se concentra en los puntos que posean los grados de libertad de desplazamientos pertinentes. La masa se distribuye de manera fiel a su posición real.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Para determinar las características de rigidez a flexión en el modelo de cálculo, se considera la sección bruta de los elementos.

Los apoyos elastoméricos normales se modelizan mediante elementos elásticos lineales, con capacidad de deformación por cortante y en los casos pertinentes por compresión.

La flexibilidad del terreno en los apoyos se simulará mediante sistema de muelles.

Como valor del índice de amortiguamiento de la estructura, se toma el valor según la siguiente tabla:

Tipo de estructura	Bajo la acción del sismo frecuente de cálculo	Bajo la acción del sismo último de cálculo
Puentes de acero Puentes de hormigón pretensado Puentes mixtos	2	4
Puentes de hormigón armado	3	5

Tabla 4.2 Valores recomendados para el índice de amortiguamiento ζ (en porcentaje)

Para los apoyos elastoméricos normales se supondrá un índice de amortiguamiento igual al del resto de la estructura.

COMPROBACIONES RESISTENTES

Las comprobaciones que es necesario efectuar para verificar el comportamiento estructural del puente en situación sísmica varían según el comportamiento estructural previsto para el mismo, en el caso abordado se ha decidido hacer un dimensionamiento de ductilidad limitada.

Para cumplir con el requisito fundamental de ausencia de colapso se han de hacer las comprobaciones indicadas en la siguiente tabla:


Acción	Comportamiento	Comprobaciones
Sismo último de cálculo	Dúctil 	ELU según criterios de proyecto por capacidad
		Comprobación de nudos contiguos a las rótulas
		Detalles específicos en zonas de rótulas plásticas
		Longitudes de entrega y anchura de juntas
		Estudio del comportamiento post-elástico <i>(sólo en puentes irregulares)</i>
Sismo durante la construcción <i>(sólo en caso necesario)</i>	Ductilidad limitada	ELU según Instrucciones de materiales
		Detalles específicos en zonas de rótulas plásticas
		Longitudes de entrega y anchura de juntas
Esencialmente elástico	Esencialmente elástico	ELU según Instrucciones de materiales
		Longitudes de entrega y anchura de juntas
Sismo frecuente de cálculo <i>(sólo si, bajo el sismo último de cálculo, el comportamiento es dúctil)</i>	Elástico	Condición de ausencia de plastificaciones
		Movimiento de juntas

Tabla 5.1 Comprobaciones estructurales

Para el sismo último de cálculo se hacen comprobaciones de resistencia de secciones

En las comprobaciones de estados límite últimos, se utilizarán los coeficiente parciales de seguridad de los materiales definidos para situaciones accidentales.

En este caso, se deben hacer las comprobaciones para estructuras con ductilidad limitada de acuerdo con la siguiente condición

$$Ed < Rd$$

Donde

Ed son los esfuerzos de cálculo correspondientes a la combinación sísmica considerando el espectro de respuesta reducido ya definido, con un factor de comportamiento menor a 1,5 y incluyendo los efectos de segundo orden

Rd es la capacidad resistente de la sección de acuerdo con las instrucciones de materiales con los coeficientes parciales de seguridad correspondientes a verificaciones de estado límite último en situación accidental.

Para verificar la resistencia a cortante, se adopta el valor Ed correspondiente a la combinación sísmica con los efectos de la acción sísmica multiplicados por el factor q escogido.

En cuanto a las comprobaciones para el sismo frecuente de cálculo, la estructura debe de comportarse elásticamente. Esta comprobación se hará en aquellas secciones que durante el sismo último de cálculo se formarán rótulas plásticas. La ausencia de plastificaciones en las secciones estará garantizada cuando para la combinación sísmica, la tensión en la armadura no alcance el límite elástico del acero, la máxima deformación unitaria del hormigón es inferior a la deformación de rotura del hormigón a compresión simple.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Cálculo de la masa:

Masa de los elementos estructurales de la superestructura:

VANOS DE 29 m:

SUPERESTRUCTURA

$$PPviga = 29m \times \frac{2ton}{m} = 58 ton$$

$$PPlosa = 29 \times 16 \times 0.25 \times \frac{2.5ton}{m} = 290 ton$$

$$PPtablero = 5 \times PPviga + PPlosa = 5 \times 58 + 290 = 555 ton$$

SUBESTRUCTURA:

$$PP pilares = \pi r^2 \times h \times \gamma c = 51 ton$$

Para el cálculo de la masa del dintel se consideran dos escenarios:

-Masa del dintel con inercia constante

$$PPdintel = 16 \times 1.75 \times 2.5 \times 2.5 = 175ton$$

-Masa del dintel con reducción de inercia en los voladizos laterales:

$$PPdintelred = \left(7.14 \times 1.75 \times 2.5 + 2 \times 3.57 \times \left(\frac{1.75+1}{2} \right) \times 2.5 \right) \times 2.5 = 139 ton$$

Aquí se puede apreciar la reducción de material que supone la variación de inercia en las secciones extremas del voladizo debido a que los esfuerzos de flexión en esas zonas decrecen hasta ser nulas, por lo que se permite una reducción del canto al 57% pasando de 1,75m de canto en el centro y siendo de 1m en los extremos.

Masa de las cargas permanentes

Pavimento:

$$CPpavimento = 29 \times 15.2 \times 0.1 \times \frac{2.3ton}{m^3} = 101.3 ton$$

Barreras

$$CPbarreras = 2 \times 1.4 \times 29 = 81.2ton$$

Acciones producidas por el viento:

Las acciones del viento, fluctúan con el tiempo y actúan directamente como presiones sobre las superficies exteriores de las estructuras y debido a la porosidad de la superficie exterior también actúan en las superficies internas.

La acción del viento se representa por un conjunto simplificado de presiones o fuerzas cuyos efectos sean equivalentes a los efectos extremos del viento turbulento.

Son acciones consideradas como fijas variables.

El efecto del viento sobre la estructura depende del tamaño, forma y propiedades dinámicas de la estructura. Aquí se cubrirá la respuesta dinámica a las turbulencias en la dirección del viento en resonancia con las vibraciones en la dirección del viento de un modo fundamental de flexión de signo constante.

La respuesta de la estructura se calculará a partir de la presión correspondiente a la velocidad de pico q_p , a la altura de referencia y de los coeficientes de fuerza y de presión y del factor estructural $C_s C_d$. q_p depende del clima del lugar, la rugosidad del terreno, la orografía y la altura de referencia. q_p es igual a la presión correspondiente a la velocidad media más la contribución de las fluctuaciones rápidas de presión.

Al no ser una estructura demasiado flexible, en este caso no se considera la respuesta aerolástica.

La velocidad básica del viento debe determinarse mediante la siguiente expresión:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 27 \frac{m}{s}$$

Donde

v_b es la velocidad básica del viento: definida en función de la dirección del viento, la época del año a 10m de altura en un terreno de tipo II

$v_{b,0}$ es el valor fundamental de la velocidad básica del viento, de valor 23 m/s, que representa la velocidad característica medida durante 10 minutos en campo abierto, con vegetación baja y con obstáculos aislados con una separación de al menos 20 veces la altura de los obstáculos.

C_{dir} es el factor direccional, de valor igual a la unidad, según el correspondiente anejo portugués

C_{season} es el factor estacional, igual a la unidad

La velocidad media del viento $v_m(z)$ a una altura z por encima del terreno, depende de la rugosidad y la orografía del terreno, y de la velocidad básica del viento, v_b y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0 \cdot v_b$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Cr(z) es el factor de rugosidad del terreno situado a barlovento de la estructura en la dirección del viento considerada, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Cr(z) = Kr \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{para } z_{min} < z < z_{max}$$

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

Donde

z₀ es la longitud de rugosidad

kr es el factor de terreno, que depende de la longitud de rugosidad z₀ y calculado utilizando:

$$kr = 0.19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_0, II}\right)^{0.07} = 0.19$$

Donde

z_{0,II}=0.05 m para un terreno del tipo II (áreas con vegetación baja, como hierba, y obstáculos aislados con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos.

z_{min} es la altura mínima, que para un terreno del tipo II es igual a 2 metros.

z_{max} se toma igual a 200 m.

Estos son los distintos tipos de terreno definidos en el EN 1991. 1.4 :

Categoría de terreno		z ₀ m	z _{min} m
0	Mar abierto o zona costera expuesta al mar abierto	0,003	1
I	Lagos o áreas planas y horizontales con vegetación despreciable y sin obstáculos	0,01	1
II	Áreas con vegetación baja, como hierba, y obstáculos aislados (árboles, edificaciones) con separaciones de al menos 20 veces la altura de los obstáculos	0,05	2
III	Áreas con una cobertura de vegetación uniforme o edificaciones o con obstáculos aislados con una separación máxima de 20 veces la altura de los obstáculos (villas, terreno suburbano, bosques permanentes)	0,3	5
IV	Áreas en las que al menos un 15% de la superficie está cubierta por edificios cuya altura media supera los 15 m	1,0	10
NOTA – Las categorías de terrenos se ilustran en el capítulo A.1.			

Para calcular la presión correspondiente a la velocidad de pico qp(z), a una altura z, que incluye la velocidad media del viento y las fluctuaciones a corto plazo se emplea la siguiente ecuación:

$$qp(z) = [1 + 7lv(z)] \cdot 0.5\rho \cdot vm(z)^2 = Ce(z) \cdot qb$$

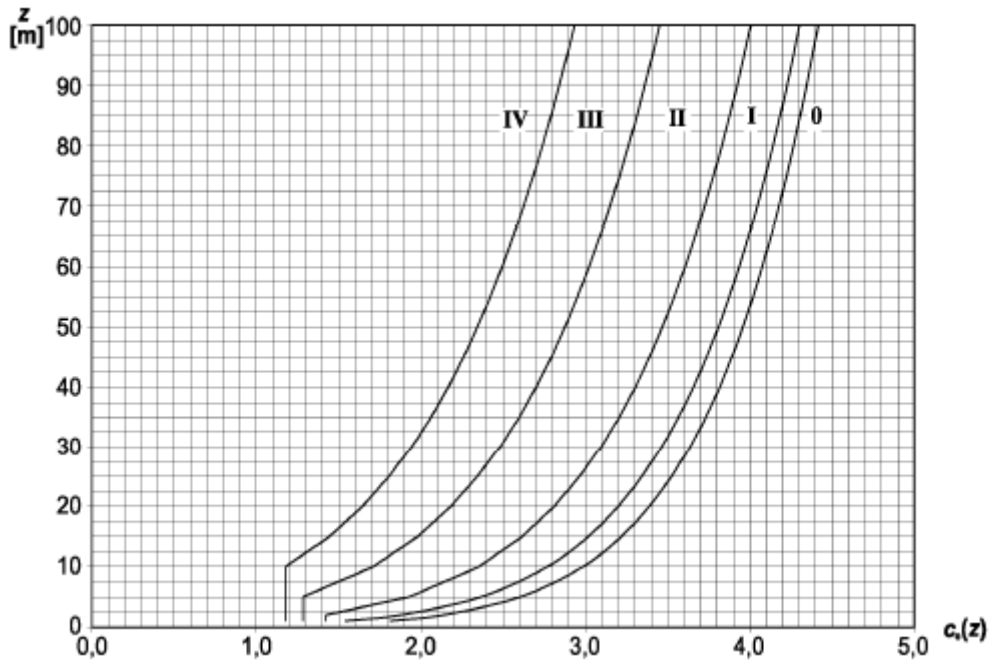
Donde:

ρ es la densidad del aire (que depende de la altitud, de la temperatura y de la presión barométrica esperada en la región durante las tormentas de viento. El valor recomendado para la densidad del aire es 1.25 kg/m³.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Ce(z) es el factor de exposición: $Ce(z) = \frac{qp(z)}{qb} = \frac{qp(z)}{0.5 \rho \cdot vb^2}$

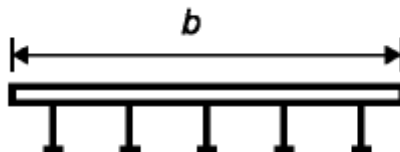
Este factor de exposición se puede tomar de la siguiente figura:



Que en el caso abordado, considerando un terreno del tipo 2 y una altura máxima del tablero de unos 10 m da un valor de $Ce(10)=2.4$.

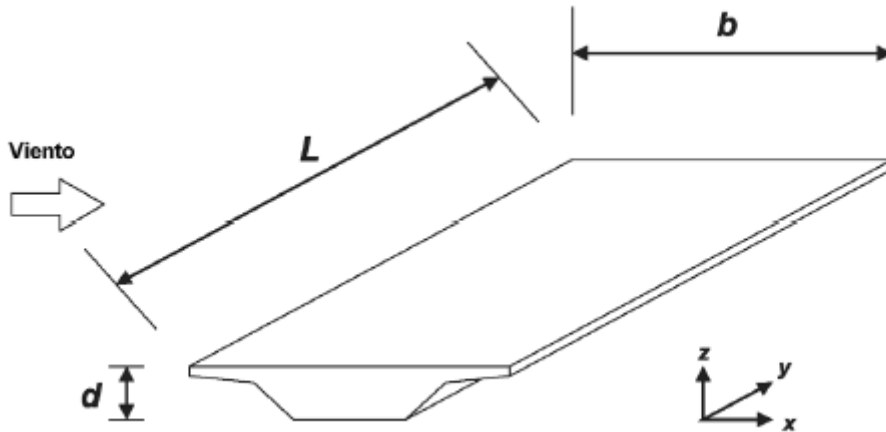
Cabe destacar que las acciones a calcular de ahora en adelante en este apartado son para puentes con sección constante formados por tableros simples de uno o varios vanos.

Hemos de definir $b= 16$ m.



Las acciones de viento en puentes producen fuerzas en las direcciones x,y y z tal y como se muestra a continuación:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



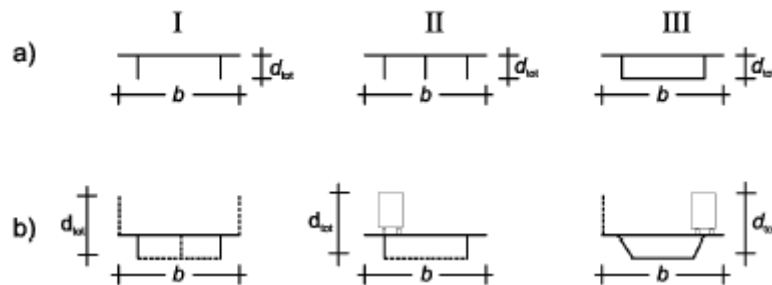
En este caso, como la luz de los vanos es inferior a 40 m no se precisa de un procedimiento de cálculo de la respuesta dinámica.

Ahora se procederá a determinar los coeficientes de fuerza en barandillas, defensas en las distintas direcciones nombradas.

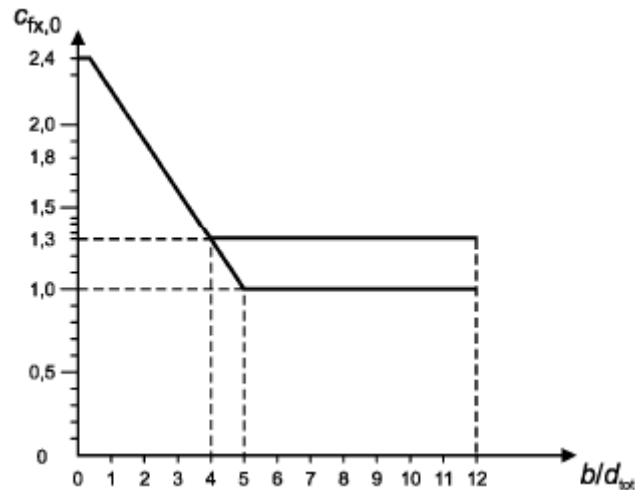
En la dirección longitudinal del eje del puente, el coeficiente de fuerza viene dado por

$$c_{f,x} = c_{f,x,0}$$

Y el valor de $c_{f,x,0}$ se puede obtener según el tipo de puente que sea en la siguiente gráfica:



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



- a) Fase de construcción o parapetos abiertos (abiertos en más del 50%)
- b) Con parapetos o barrera antiruido o para el tráfico

$C_{fx,0} = 1.4$ para el caso de la estructura en servicio

$C_{fx,0} = 1.3$ para la fase constructiva

El Eurocódigo recomienda incrementar en un 3% por cada grado de inclinación de la pendiente transversal, lo que resulta en un incremento de 7,5 por ciento.

En tableros con vigas de alma llena, como es el caso, el área de referencia $A_{ref,x}$ para las combinaciones de carga sin tráfico, se deben de definir como:

- El área de la cara viga principal frontal
- El área de la cara de aquellas partes de otras vigas que se proyecten bajo la principal.
- El área de la cara de las barreras rígidas o pantallas antiruido o en ausencia de estos elementos, 0.3m para cada parapeto o barrera abiertos.

En la fase constructiva, en el tablero de vigas, antes de la colocación de la calzada, el área de referencia $A_{ref,x}$ es igual al área de dos de las vigas principales.

La profundidad e emplear para el cálculo del Área de referencia se obtiene de:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Sistemas de contención de la calzada	A un lado	A ambos lados
Parapeto abierto o barrera de seguridad abierta	$d + 0,3 \text{ m}$	$d + 0,6 \text{ m}$
Parapeto sólido o barrera de seguridad rígida	$d + d_1$	$d + 2d_1$
Parapeto abierto y barrera de seguridad abierta	$d + 0,6 \text{ m}$	$d + 1,2 \text{ m}$

El área de referencia teniendo en cuenta el tráfico debe de ser considerada con una altura de 2 metros por encima de la calzada (para que represente un vehículo de dos metros de altura).

La altura de referencia se toma del punto más bajo del nivel del suelo hasta el centro de la estructura del puente.

Fuerza en dirección x usando el método simplificado:

Se puede emplear, como en este caso, en aquellos casos en los que no sea considerado un procedimiento de respuesta dinámica. La fuerza en dirección x debida a la acción del viento puede ser calculada mediante la siguiente expresión:

$$F_w = 0.5 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot C \cdot A_{ref, x}$$

Donde

V_b es la velocidad básica del viento, y de valor 23m/s

C es el factor de carga del viento. $C=C_e \cdot C_{f,x} = 3.75$ o bien puede ser obtenido de la siguiente tabla:

b/d_{tot}	$z_e \leq 20 \text{ m}$	$z_e = 50 \text{ m}$
$\leq 0,5$	6,7	8,3
$\geq 4,0$	3,6	4,5

Esta tabla se basa en las consideraciones siguientes:

- categoría de terreno tipo II de acuerdo con la tabla 4.1
- coeficiente de fuerza $c_{f,x}$ de acuerdo con el punto (1) del apartado 8.3.1
- $c_o = 1,0$
- $k_1 = 1,0$

Para los valores intermedios de b/d_{tot} y z_e se puede emplear la interpolación lineal.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$F_w = 4959 \text{ N/m}$ considerando una fuerza distribuida a lo largo del tablero en dirección perpendicular al eje del puente.

A efecto de cálculo, **el valor característico de la acción del viento en la dirección transversal es de 5 KN/m**

-Fuerza debido a la acción del viento sobre el tablero en la dirección z

Se deben determinar los coeficientes de fuerza $C_{f,z}$ para determinar la acción del viento en la dirección z, tanto hacia arriba como hacia abajo. En ausencia de datos obtenidos de ensayos en túnel de viento, el valor recomendado es de ± 0.9 . El canto d_{total} se puede limitar al canto del tablero del puente, despreciando la altura del tráfico y del equipamiento.

$$F_w = 0.5 \cdot \rho \cdot V b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z}$$

$F_w = 20 \text{ KN/m}$ en ambos sentidos (hacia arriba y hacia abajo) a lo largo del eje del puente y aplicado con una excentricidad de valor $e = b/4$ de dicho eje.

-Fuerza debida a la acción del viento sobre el tablero en dirección longitudinal .

Para la determinación de la acción del viento en la dirección longitudinal se hará uso de la recomendación más restrictiva del Eurocódigo donde el valor de la fuerza del viento es de:

-El 25% de la fuerza debido a la acción del viento en la dirección transversal en puentes losa

-El 50% de la fuerza debido a la acción del viento en la dirección transversal en puentes de celosía

En este caso se considerará un intermedio, es decir el 37.5% de la fuerza transversal actuante debida al viento aplicada en dirección longitudinal en el sentido menos favorable.

-Acción del viento sobre las pilas:

Las acciones del viento sobre los tableros de puente y sus pilas se calcularán identificando la dirección más desfavorable del viento sobre la estructura completa para el efecto considerado.

Se realizarán los cálculos independientes para la acción del viento en situaciones transitorias de proyecto durante las fases de construcción cuando no sea posible la transmisión o la redistribución de esfuerzos del viento en el tablero.

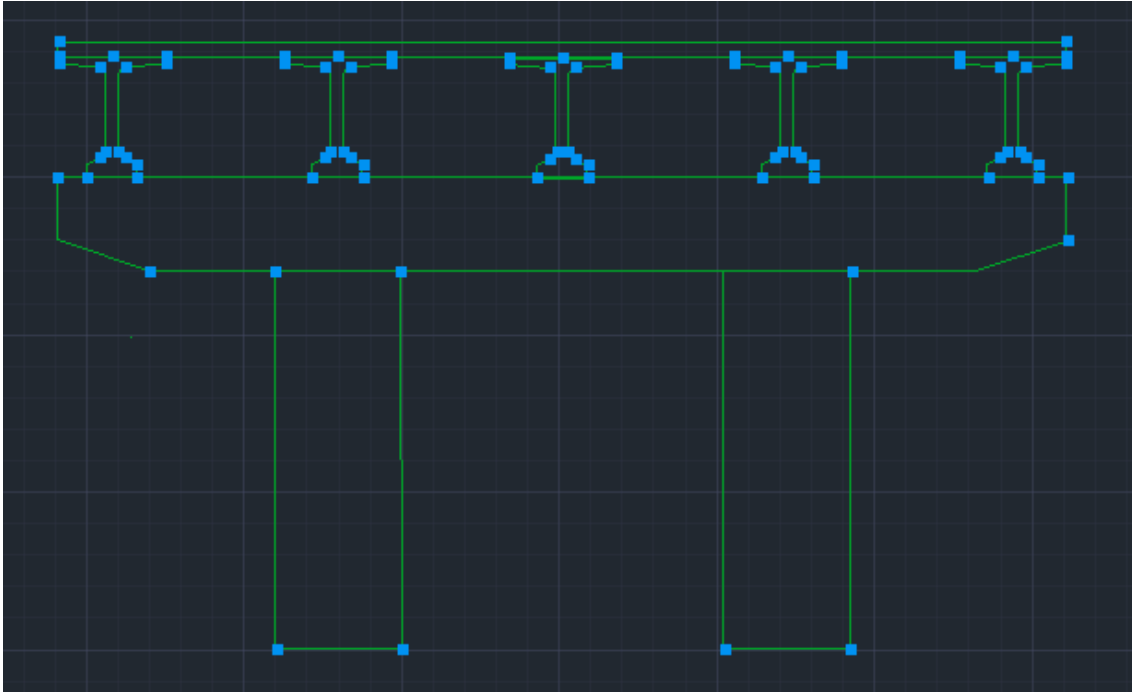
Los efectos del viento en las pilas se calculan empleando el formato general definido en el Eurocódigo para las acciones generales de edificios.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

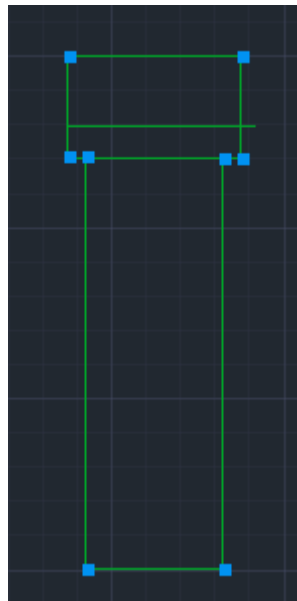
Se usarán las ecuaciones proporcionadas en el apartado 7.9.3 del EN1991 1-4 para calcular los coeficientes de fuerza para grupos de pilares cilíndricos agrupados en fila.

En este caso se considera una opción para los pilares de un pórtico formado por 2 pilares de 2m de diámetro y 7.5m de altura cuya distancia entre ejes de pilares dista unidos por un dintel de b x h de 2.5x1.75 m ,conformado por 2 voladizos laterales de 4.42m y un vano central de 7,26m.

Este es el pórtico resultante para el cálculo de la acción del viento:

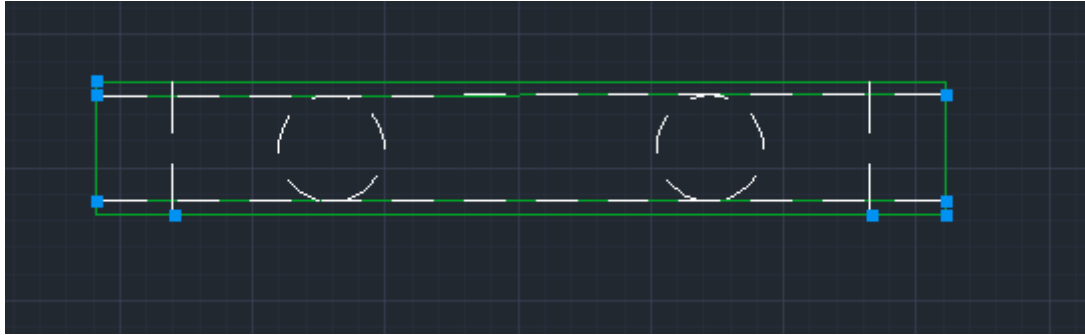


Vista frontal pilares circulares y dintel

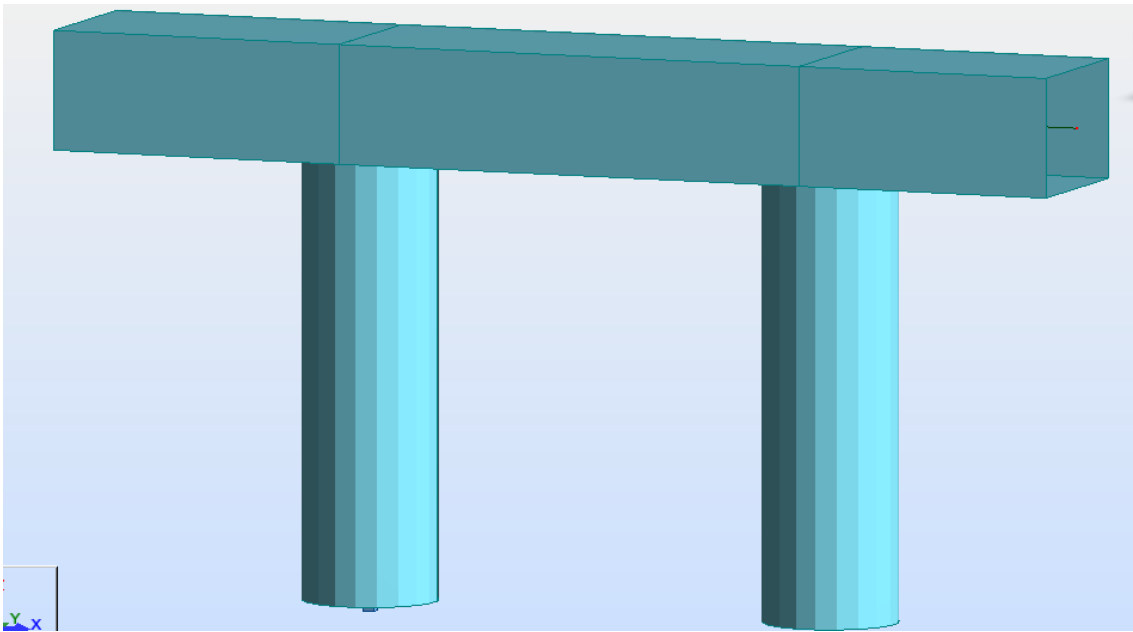


Vista de perfil de los pilares circulares y el dintel

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Vista en planta del dintel y los pilares circulares



Vista en 3D del pórtico donde reposan las vigas



Modelo de barras que representa el pórtico

El coeficiente de fuerza $C_{f,0}$ para cilindros circulares verticales dispuestos en filas depende de la dirección del viento con respecto al eje de la fila y la relación entre la distancia a y el diámetro b tal y como se indica a continuación. El coeficiente de fuerza c_f , para cada pilar se obtiene con esta expresión:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$Cf = Cf,0 \cdot \psi\lambda \cdot k$$

Donde

$Cf,0$ es el coeficiente de fuerza para cilindros sin flujo libre de cola

$\psi\lambda$ es el factor de efecto cola

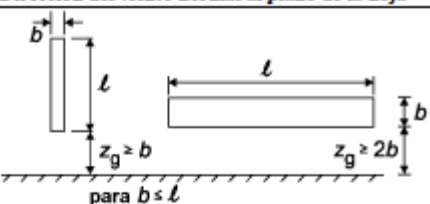
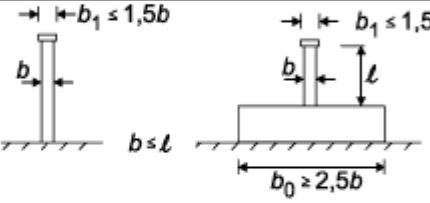
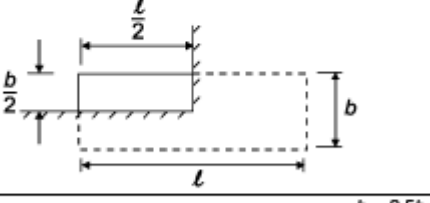
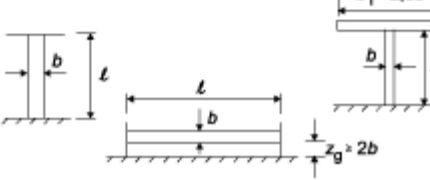
k es el factor dado en la tabla que se muestra a continuación:

a/b	k	
$a/b < 3,5$	1,15	
$3,5 < a/b < 30$	$k = \frac{210 - \frac{a}{b}}{180}$	
$a/b > 30$	1,00	
a : distancia b : diámetro		

En el caso abordado los valores de a y b son 7.16 y 2 metros respectivamente por lo que **$k=1.14$**

Para determinar el valor de $\psi\lambda$ se precisa de la esbeltez λ . El factor de efecto cola tiene en cuenta la reducción que se produce en la resistencia de la estructura debida al flujo del aire alrededor de la zona final de esta.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

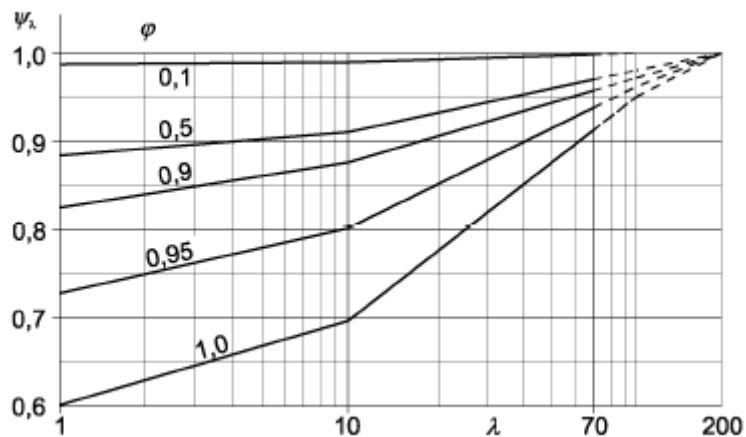
No.	Posición de la estructura Dirección del viento normal al plano de la hoja	Esbeltez efectiva λ
1		En secciones poligonales, rectangulares, con bordes vivos y estructuras de celosía: si $\ell \geq 50$ m, el menor valor de $\lambda = 1,4 \ell/b$ o $\lambda = 70$ si $\ell < 15$ m, el menor valor de $\lambda = 2 \ell/b$ o $\lambda = 70$
2		En cilindros circulares: si $\ell \geq 50$, el menor valor de $\lambda = 0,7 \ell/b$ o $\lambda = 70$, si $\ell < 15$ m, el menor valor de $\lambda = \ell/b$ o $\lambda = 70$,
3		Para valores intermedios de ℓ , se debería utilizar la interpolación lineal
4		si $\ell \geq 50$ m, el mayor valor de $\lambda = 0,7 \ell/b$ o $\lambda = 70$, si $\ell < 15$ m, el mayor valor de $\lambda = \ell/b$ o $\lambda = 70$ Para valores intermedios de ℓ , se debería utilizar la interpolación lineal

En el caso abordado, las reglas a seguir son las de la posición 2, y la esbeltez efectiva λ tiene un valor de 3.78.

Para obtener el factor de efecto de cola precisamos del valor de la relación de solidez:

$$\varphi = \frac{A}{Ac} = 7,76 / (2,15 \times 16) = 0,22$$

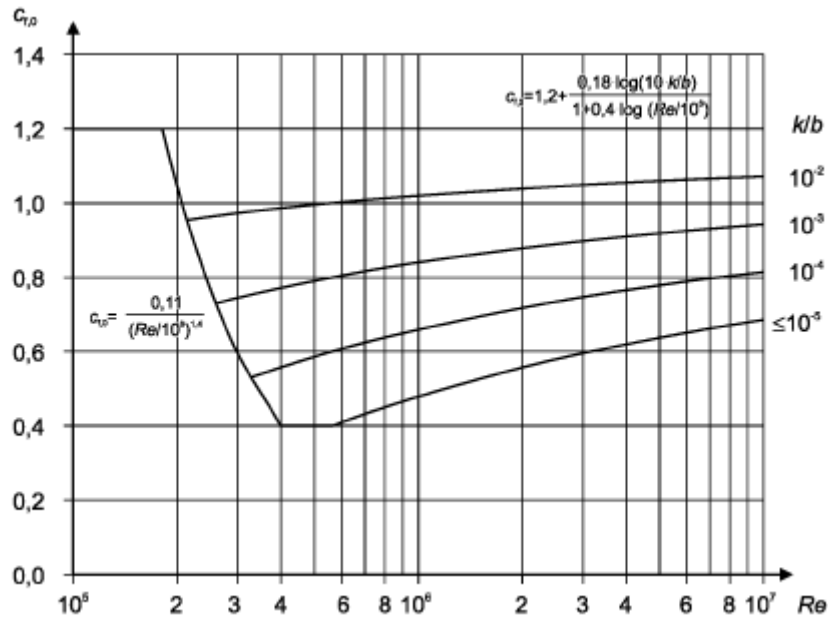
Y usando la siguiente figurase obtiene el factor de cola:



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Y se obtiene un factor de cola de $\psi\lambda = 0,96$

La obtención de $C_{f,0}$ se obtiene de la siguiente figura:



Depende del número de Reynolds y del factor de rugosidad, que suponiendo que será hormigón pulido se obtiene un valor de $C_{f,0}$ de 0,8.

$$F_w = 0.5 \cdot \rho \cdot V b^2 \cdot C \cdot A_{ref,z}$$

$$C_f = C_{f,0} \cdot \psi\lambda \cdot k$$

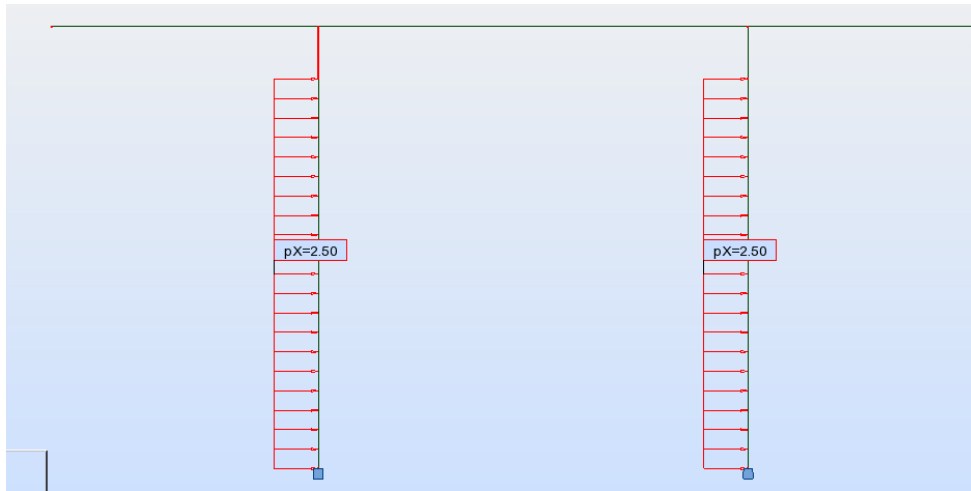
Donde k se obtiene de:

Tipo de superficie	Rugosidad equivalente k mm	Tipo de superficie	Rugosidad equivalente k mm
Vidrio	0,0015	Hormigón pulido	0,2
Metal pulido	0,002	Madera plana	0,5
Pintura fina	0,006	Hormigón rugoso	1,0
Pintura en spray	0,02	Madera áspera	2,0
Acero brillante	0,05	Óxido	2,0
Hierro fundido	0,2	Enladrillados	3,0
Acero galvanizado	0,2		

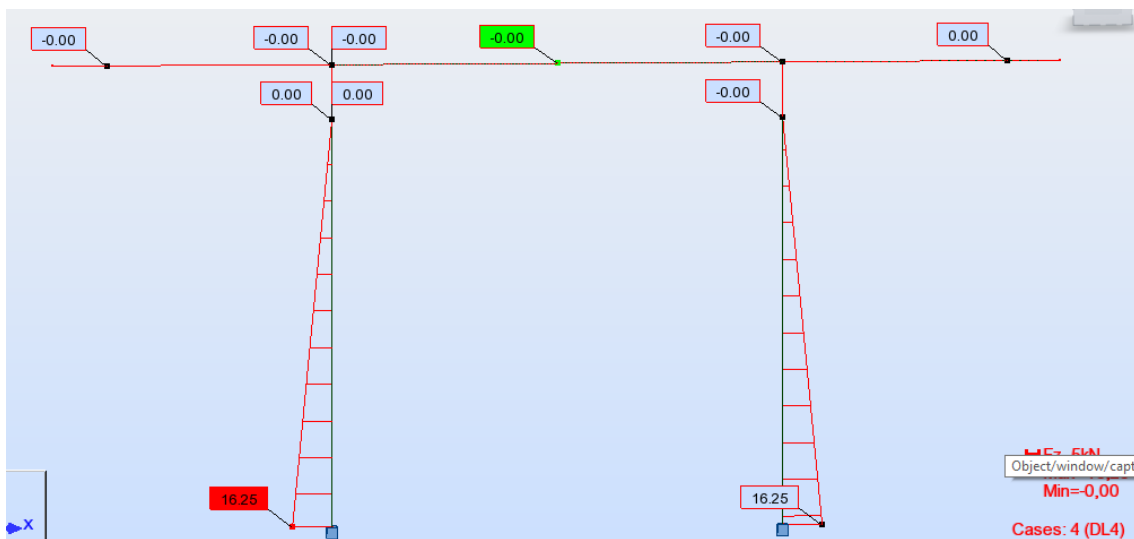
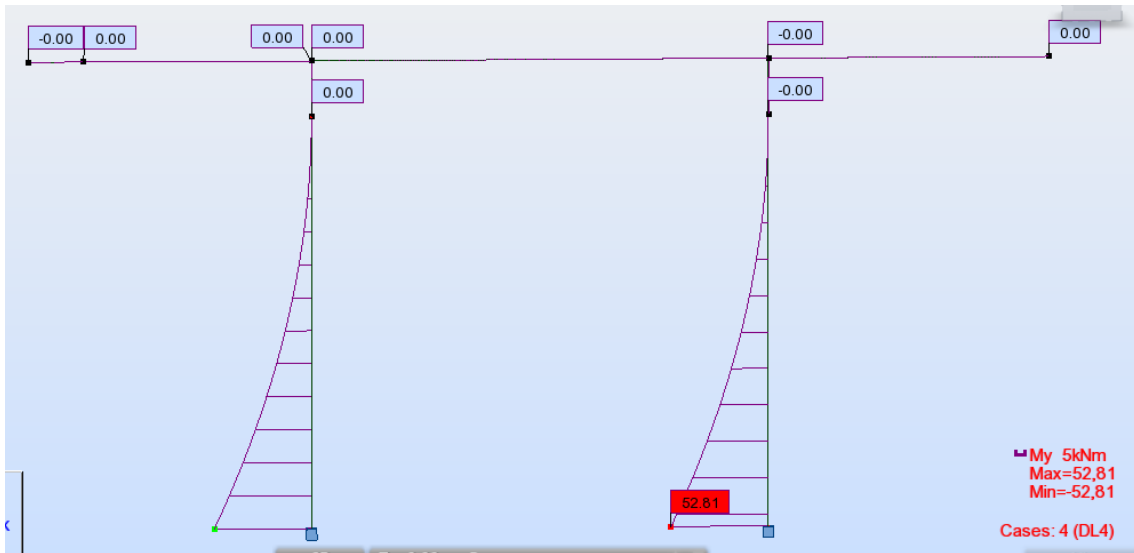
Y el área de referencia (=l·b)

Por lo que $F_w = 2,5 \text{ KN/m}$ colocado a lo largo del pilar. En los sentidos más desfavorables.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Que produce unos esfuerzos sobre los pilares representados en estos diagramas:

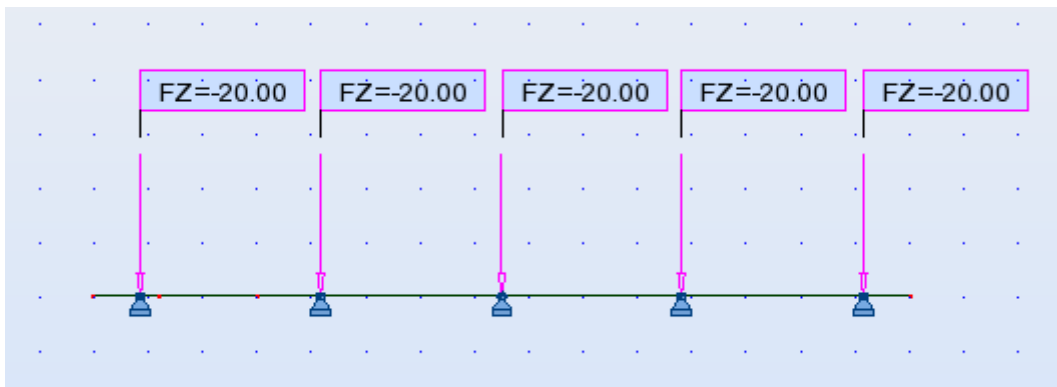


Y unas reacciones en la cimentación:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	-16,25	-0,00	-52,81
8/ 4	-16,25	0,00	-52,81
Case 4	DL4		
Sum of val.	-32,50	-0,00	-105,62
Sum of reac.	-32,50	-0,00	-268,12
Sum of forc.	32,50	0,0	268,13
Check val.	0,00	-0,00	0,00
Precision	7,88042e-014	3,18590e-027	

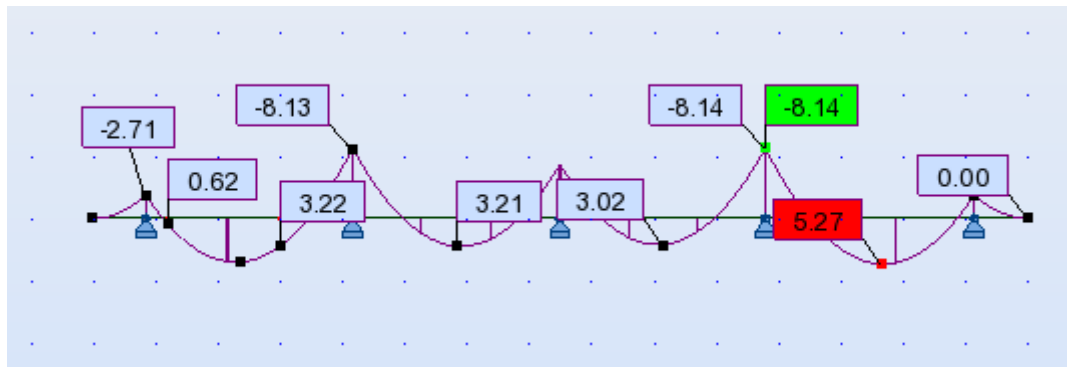
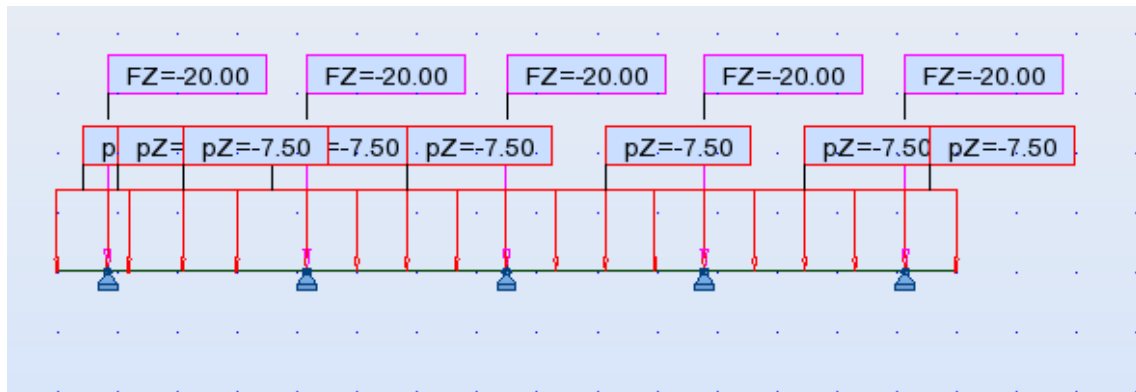
Cabe destacar que las fuerzas en los pilares son en todas las posibles direcciones horizontales, nunca actuando simultáneamente en dirección horizontal, aunque una componente vertical sí que actúa simultáneamente sobre el tablero.



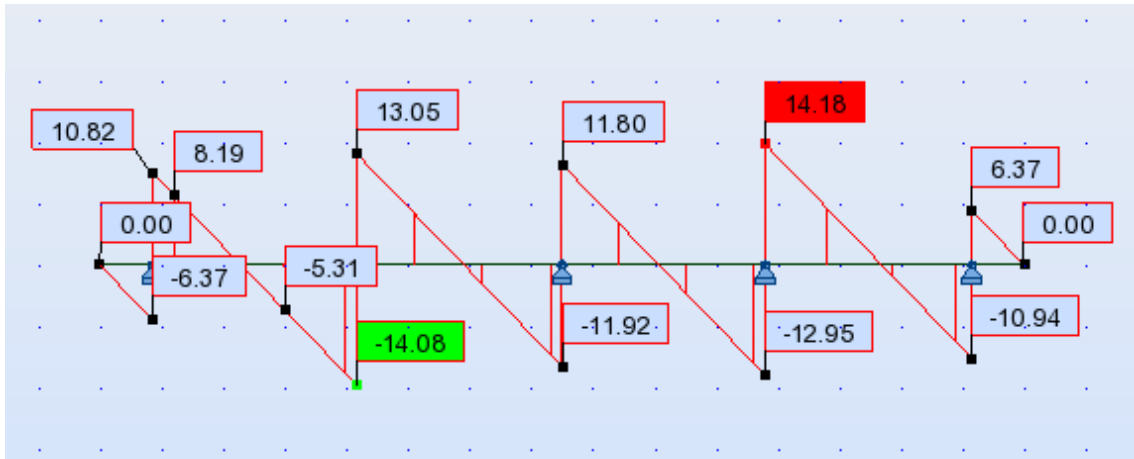
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 7	0,0	20,00	0,0
4/ 7	0,0	20,00	0,0
5/ 7	0,0	20,00	0,0
6/ 7	0,0	20,00	0,0
7/ 7	0,0	20,00	0,0
Case 7			
Sum of val.	0,0	100,00	0,0
Sum of reac.	0,0	100,00	-749,40
Sum of forc.	0,0	-100,00	749,40
Check val.	0,0	0,0	0,0
Precision	0,0	0,0	

Y este sería el modelo de carga referente al peso propio de la losa y a lo largo de la anchura de la sección transversal y las vigas:



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

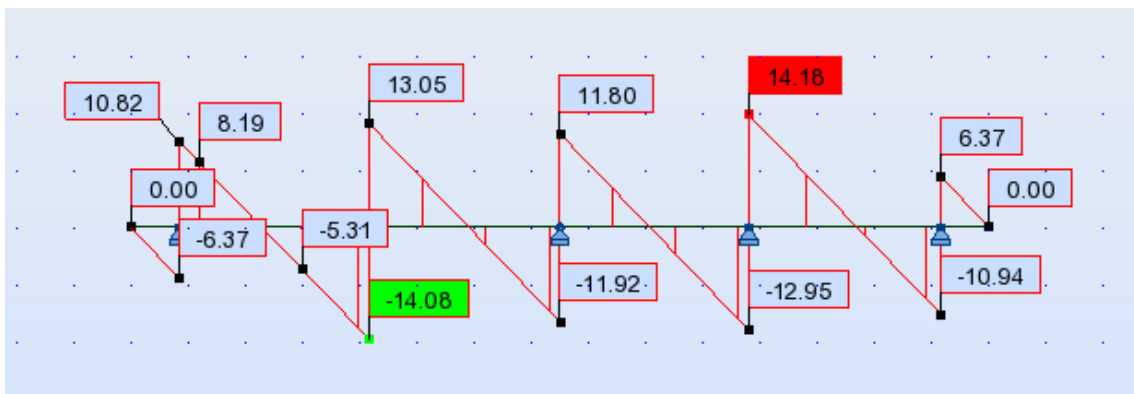
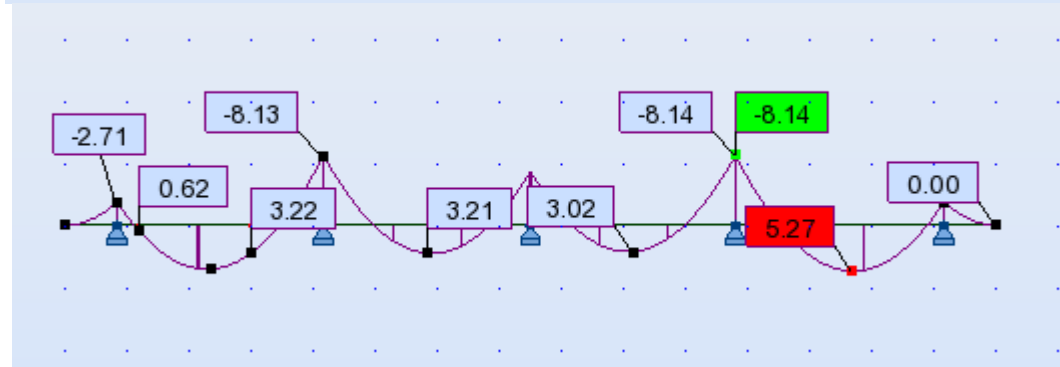
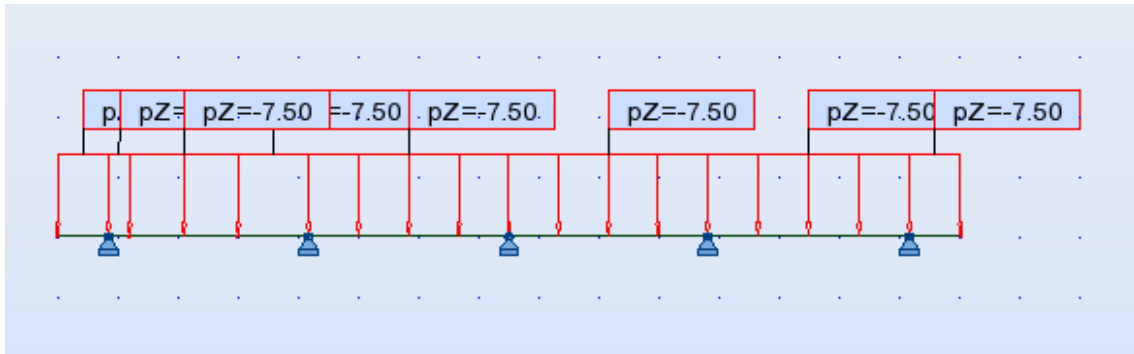


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 7	0,0	37,19	0,00
4/ 7	0,0	47,14	0,00
5/ 7	0,0	43,72	0,00
6/ 7	0,0	47,13	0,00
7/ 7	0,0	37,32	0,0
Case 7			
	DL7		
Sum of val.	0,0	212,50	0,00
Sum of reac.	0,0	212,50	-1593,15
Sum of forc.	0,0	-212,50	1593,15
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,34099e-011	2,65630e-026	

Para las verificaciones locales de la losa, se emplearán los esfuerzos producidos por el peso propio de esta. Así que también interesa obtener los esfuerzos producidos solamente por el peso propio de esta sobre sus esfuerzos totales. Este sería el modelo estructural:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

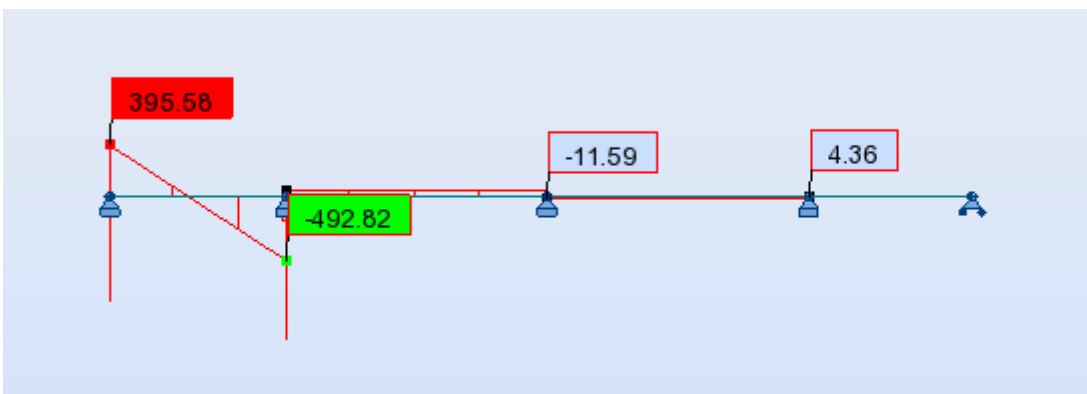
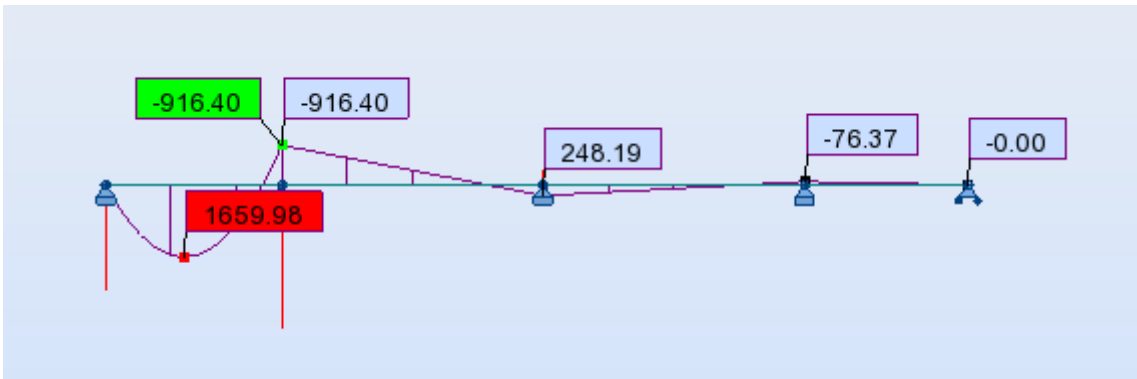
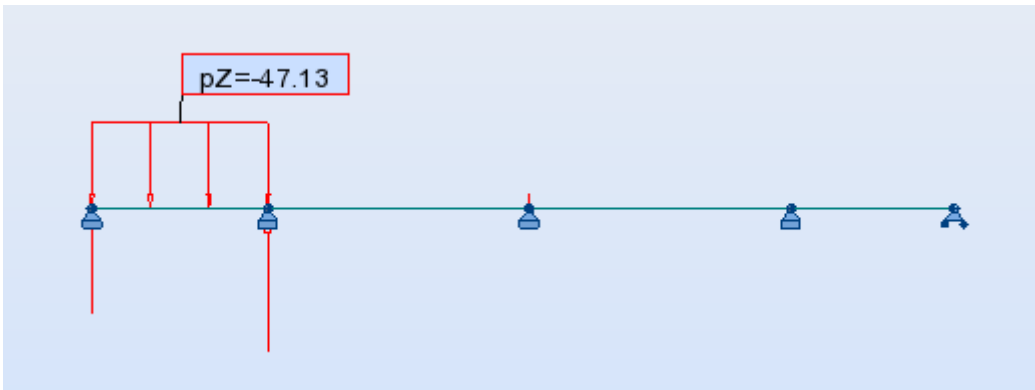
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 7	0,0	17,19	0,00
4/ 7	0,0	27,14	0,00
5/ 7	0,0	23,72	0,00
6/ 7	0,0	27,13	0,00
7/ 7	0,0	17,32	0,0
Case 7	DL7		
Sum of val.	0,0	112,50	0,00
Sum of reac.	0,0	112,50	-843,75
Sum of forc.	0,0	-112,50	843,75
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,32931e-011	9,46148e-026	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Por lo tanto para el análisis longitudinal, se cogerá aquel valor de la reacción mayor, es decir el que produzca un efecto más desfavorable, lo equivalente a 47.13 KN/m.

Para el estudio de los esfuerzos producidos por el peso propio, se han de analizar dos fases o etapas ya comentadas en apartados anteriores: la fase de construcción, en la que los elementos de viga trabajan a modo de estructura isostática y la fase de servicio en la que los elementos de viga están unidos entre sí mediante diafragmas y la losa, y en la que los elementos trabajan a modo de estructura hiperestática.

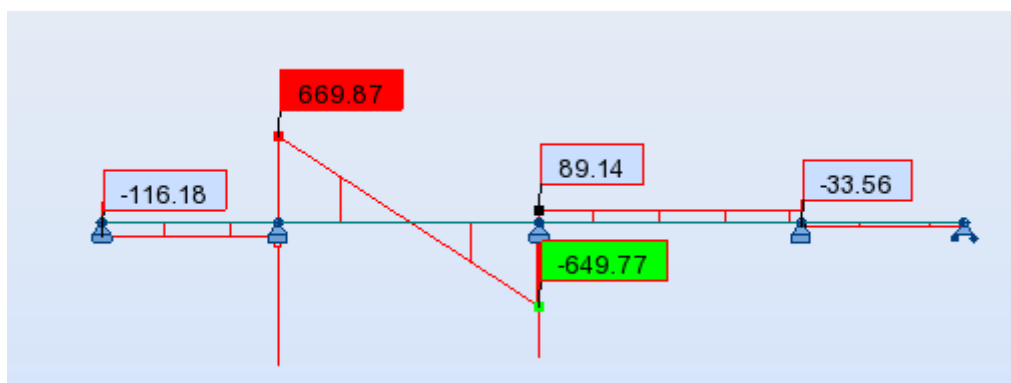
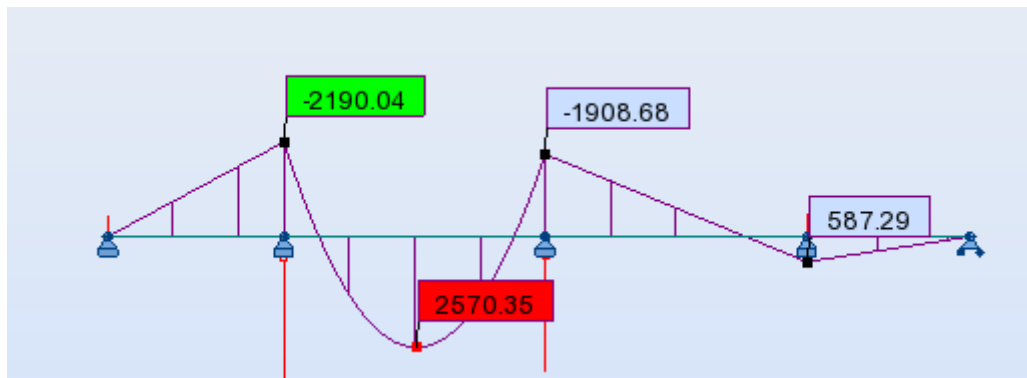
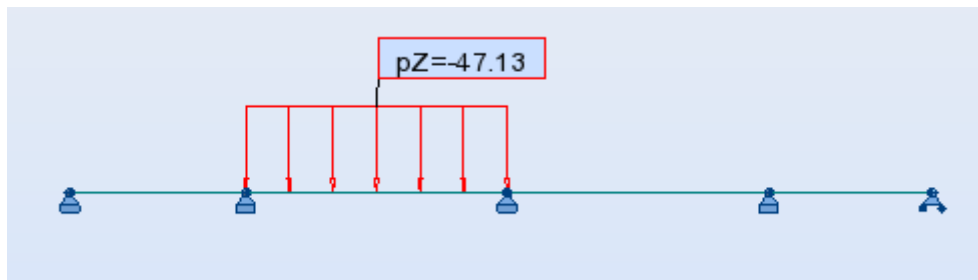
EFFECTO DEL PESO PROPIO DEL TABLERO (ESTRUCTURA HIPERESTÁTICA, VIGA CONTINUA)EN FASE DE SERVICIO



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

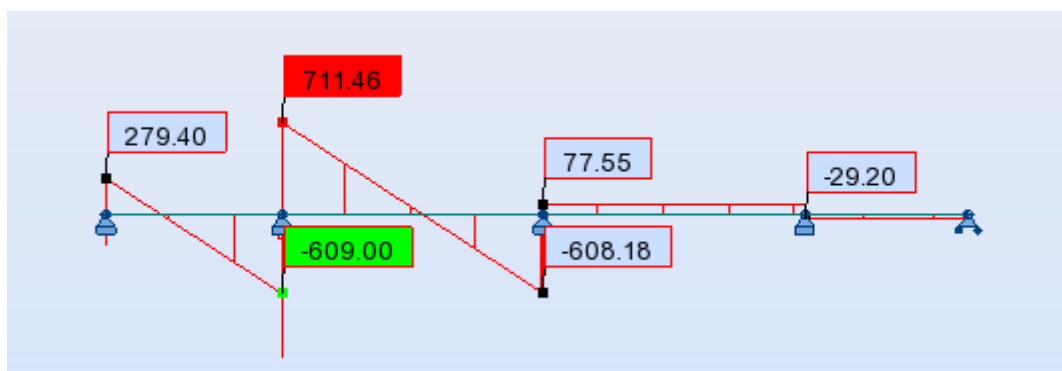
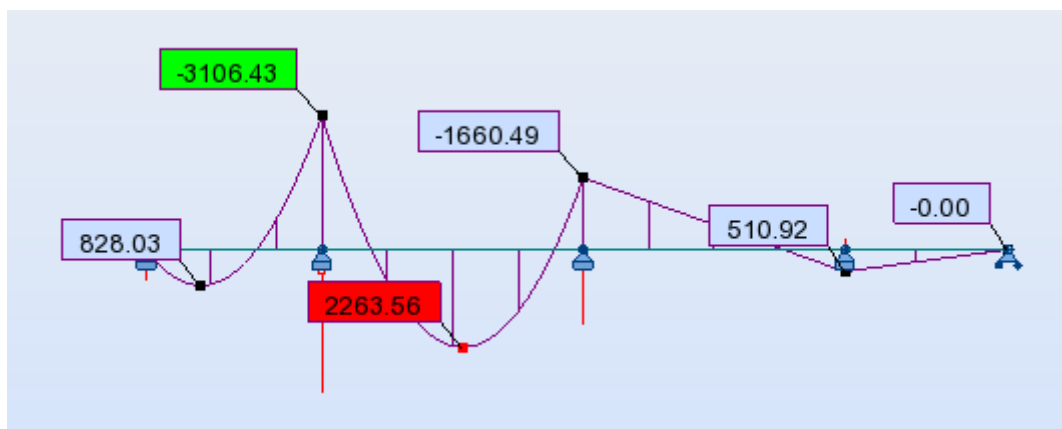
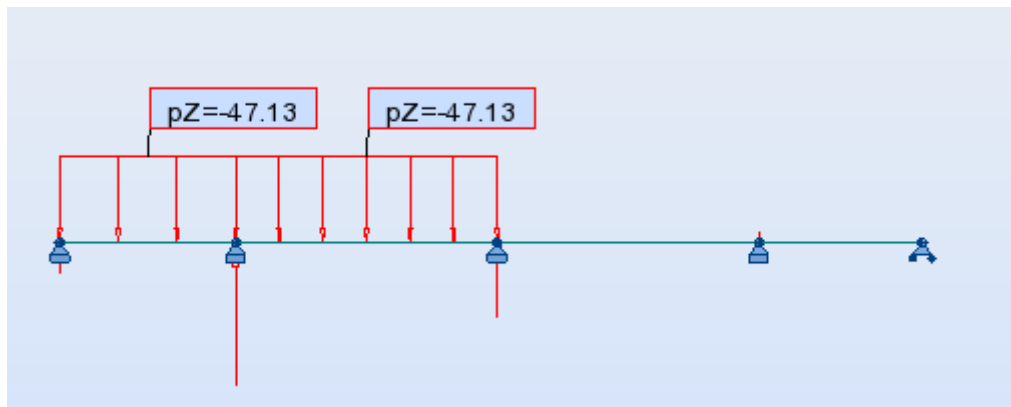
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 5	0,0	395,58	0,0
2/ 5	0,0	534,41	0,00
3/ 5	0,0	-53,18	0,0
7/ 5	0,0	15,96	-0,00
8/ 5	0,0	-4,36	0,00
Case 5	DL2		
Sum of val.	0,0	888,40	-0,00
Sum of reac.	0,0	888,40	-8373,17
Sum of forc.	0,0	-888,40	8373,17
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,46718e-014	4,98847e-027	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

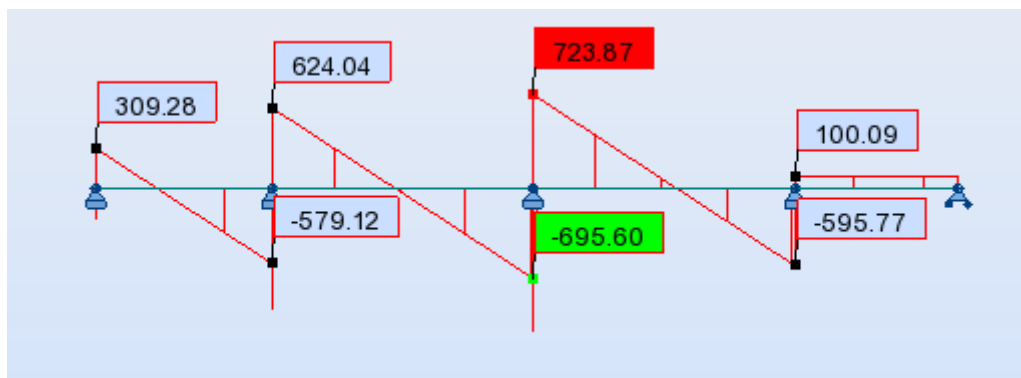
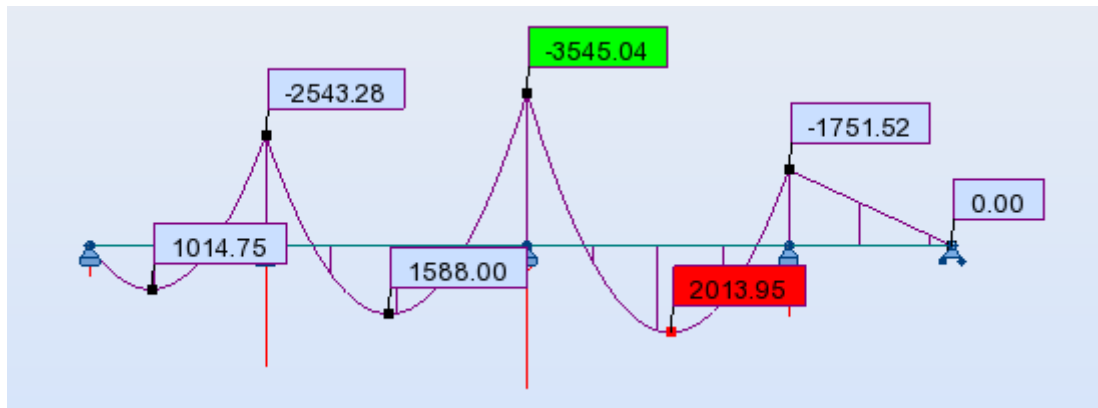
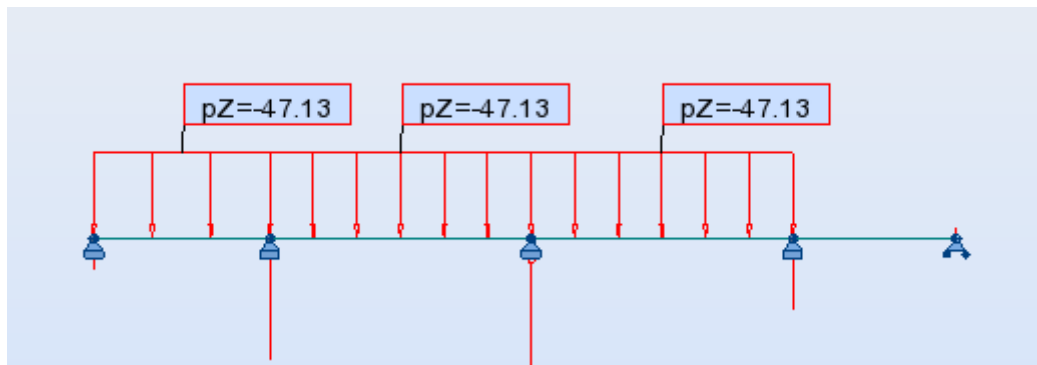
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	-116,18	0,0
2/ 6	0,0	786,05	0,00
3/ 6	0,0	738,91	-0,00
7/ 6	0,0	-122,70	-0,00
8/ 6	0,0	33,56	0,0
Case 6 DL3			
Sum of val.	0,0	1319,64	-0,00
Sum of reac.	0,0	1319,64	-43350,17
Sum of forc.	0,0	-1319,64	43350,17
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	3,04071e-014	1,61745e-027	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

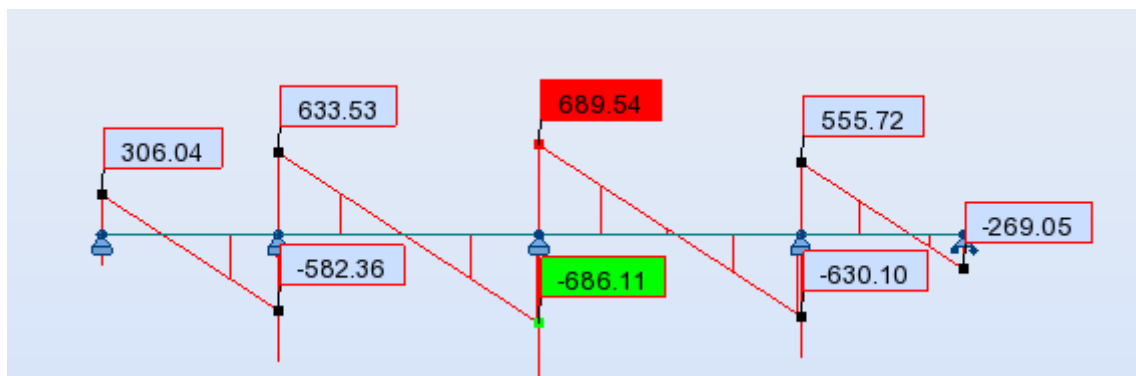
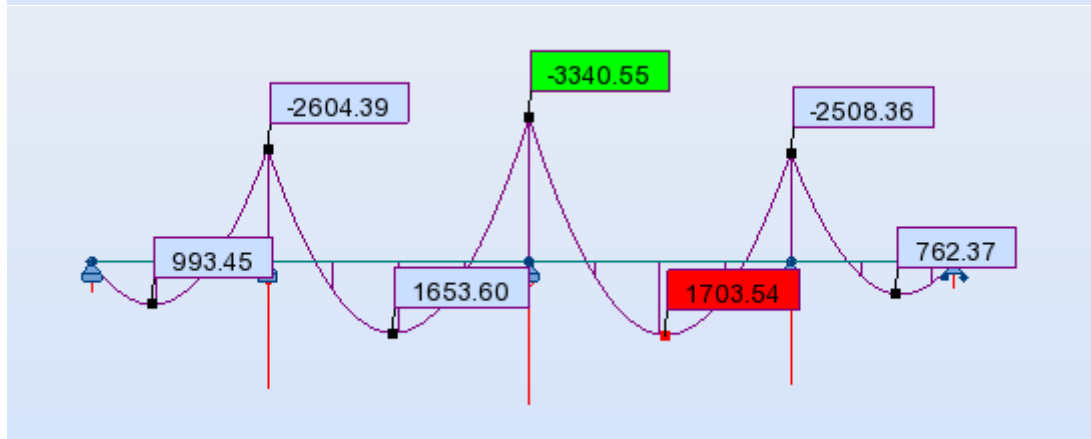
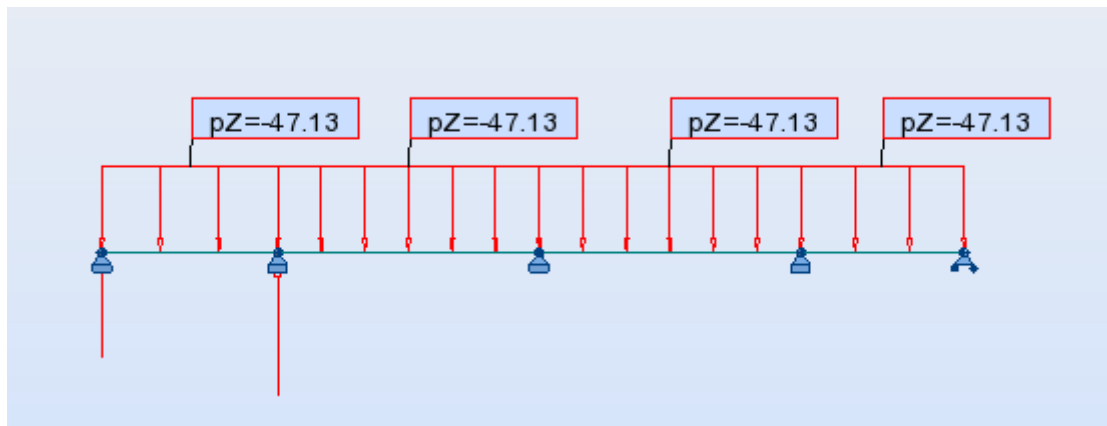
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	279,40	-0,00
2/ 6	0,0	1320,46	0,00
3/ 6	0,0	685,73	-0,00
7/ 6	0,0	-106,75	-0,00
8/ 6	0,0	29,20	0,00
Case 6			
DL3			
Sum of val.	0,0	2208,04	-0,00
Sum of reac.	0,0	2208,04	-51723,35
Sum of forc.	0,0	-2208,04	51723,35
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	8,04706e-014	2,34904e-026	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

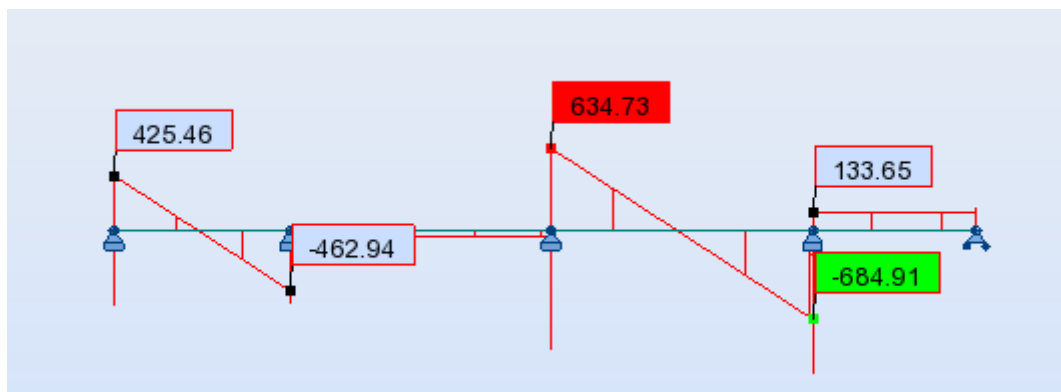
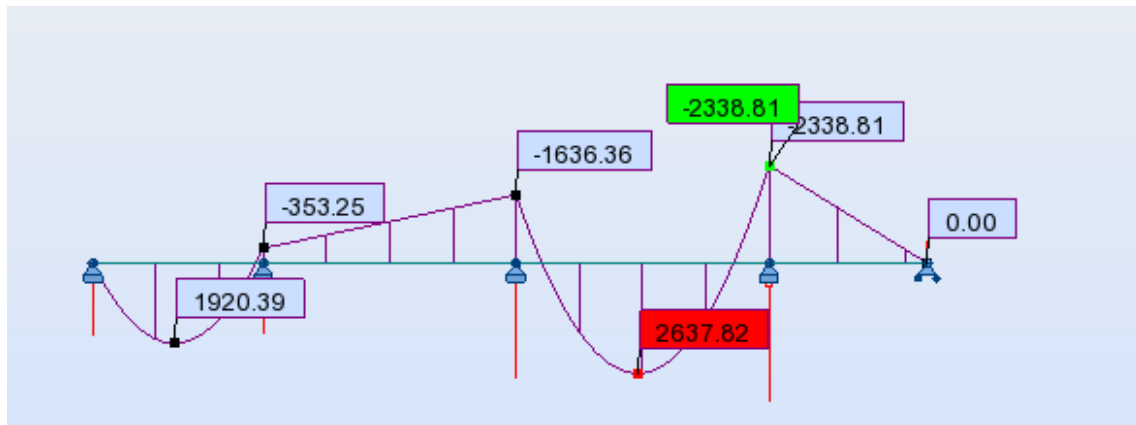
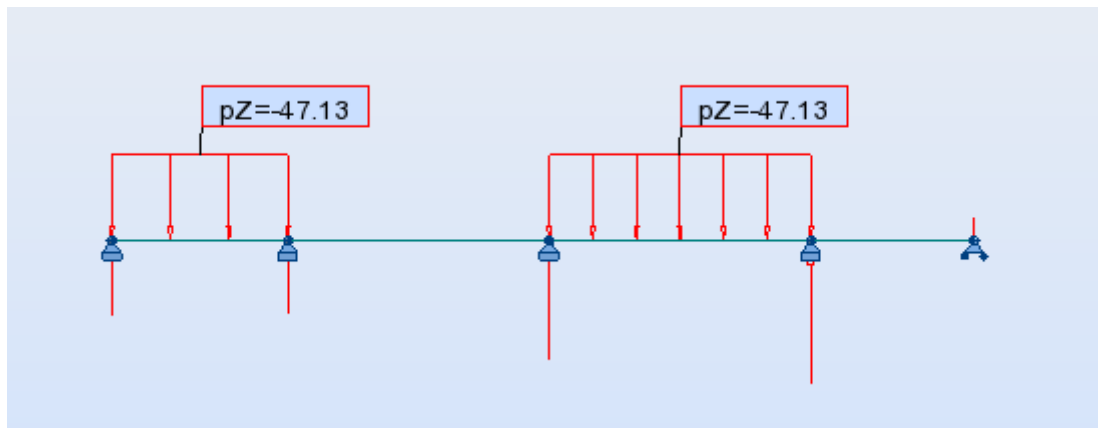
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	309,28	0,0
2/ 6	0,0	1203,17	0,0
3/ 6	0,0	1419,47	0,00
7/ 6	0,0	695,85	0,00
8/ 6	0,0	-100,09	-0,00
Case 6 DL3			
Sum of val.	0,0	3527,68	0,00
Sum of reac.	0,0	3527,68	-132023,44
Sum of forc.	0,0	-3527,68	132023,44
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	4,80556e-013	1,48827e-025	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

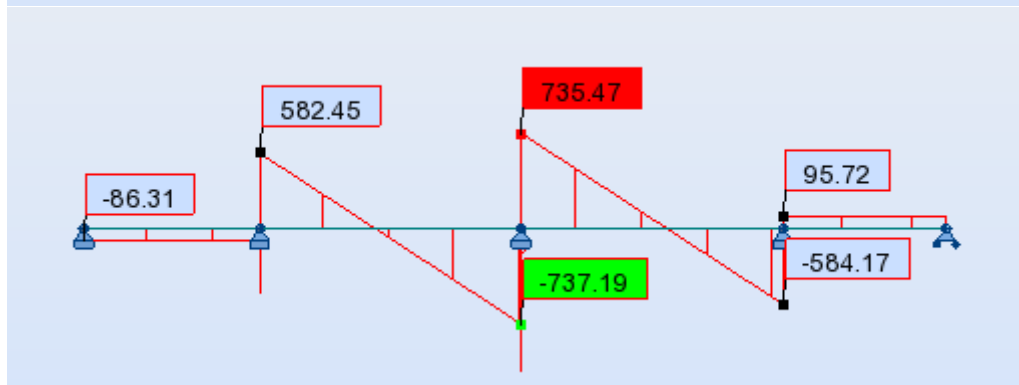
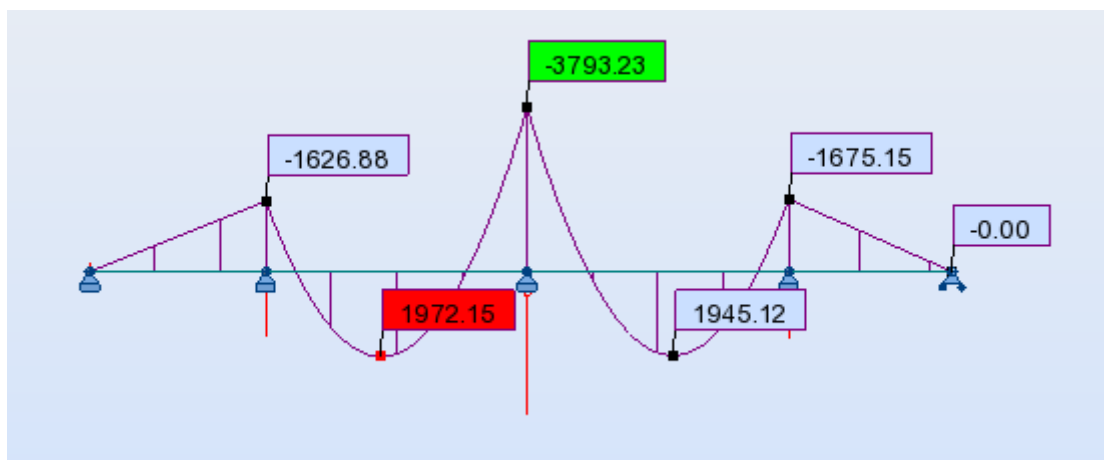
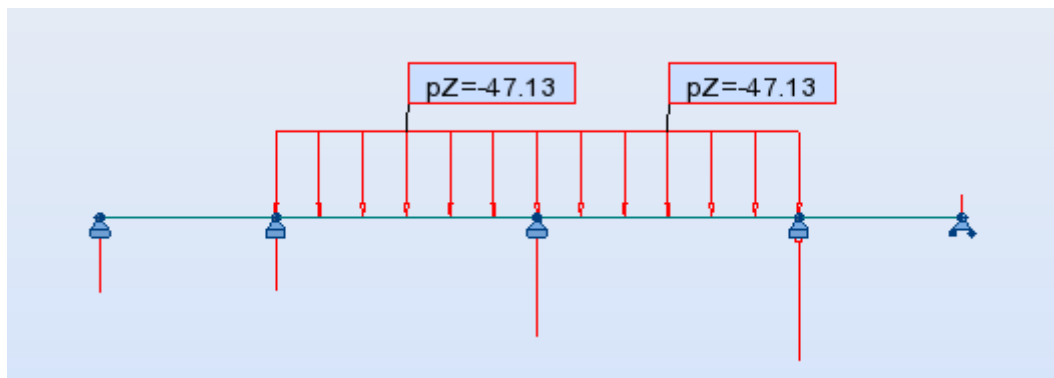
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	306,04	-0,00
2/ 6	0,0	1215,89	-0,00
3/ 6	0,0	1375,65	-0,00
7/ 6	0,0	1185,82	0,00
8/ 6	0,0	269,05	0,0
Case 6			
DL3			
Sum of val.	0,0	4352,46	0,00
Sum of reac.	0,0	4352,46	-200974,63
Sum of forc.	0,0	-4352,46	200974,63
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,06713e-013	3,01038e-027	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

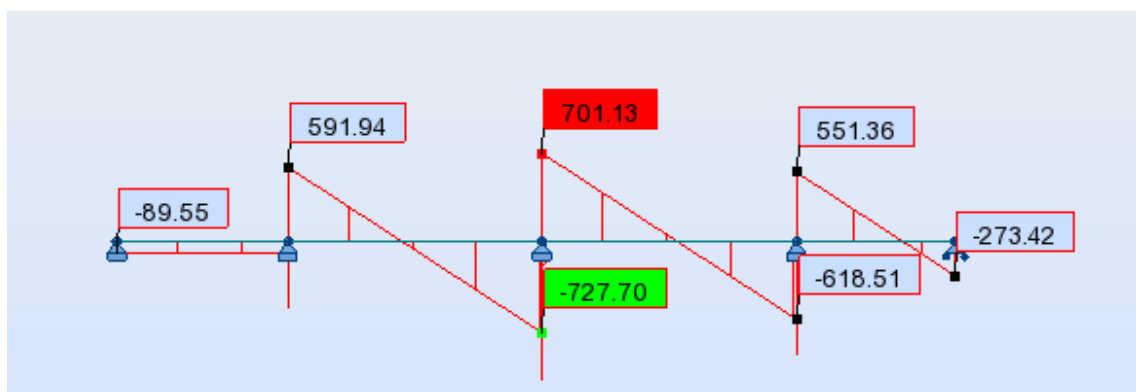
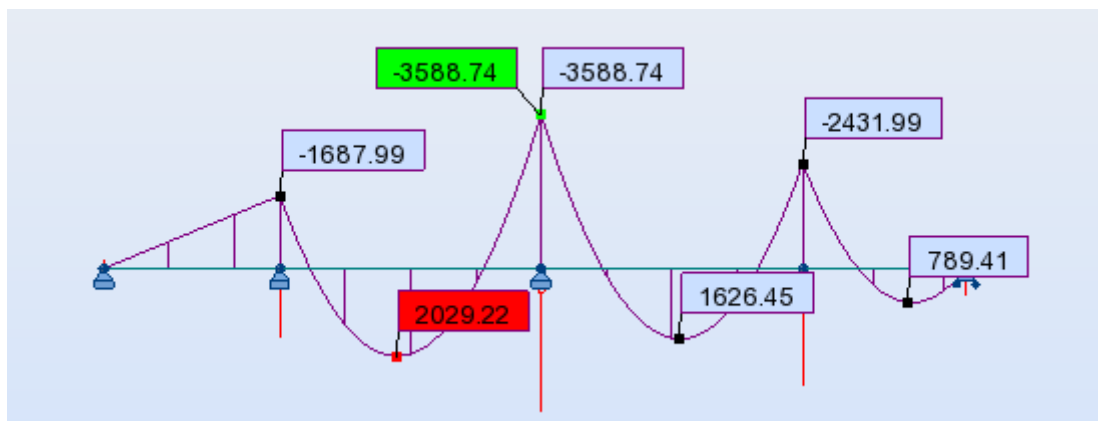
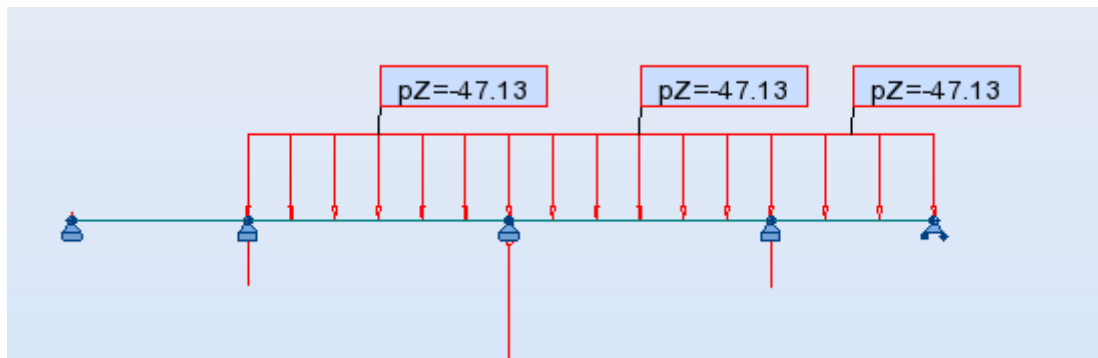
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	425,46	-0,00
2/ 6	0,0	417,11	0,00
3/ 6	0,0	680,56	0,00
7/ 6	0,0	818,55	-0,00
8/ 6	0,0	-133,65	-0,00
Case 6 DL3			
Sum of val.	0,0	2208,04	-0,00
Sum of reac.	0,0	2208,04	-88673,27
Sum of forc.	0,0	-2208,04	88673,27
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	3,02504e-013	4,44777e-026	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

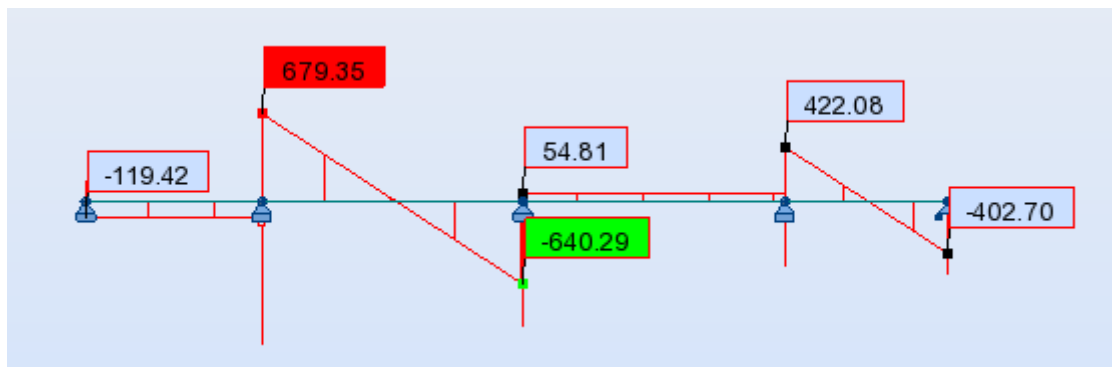
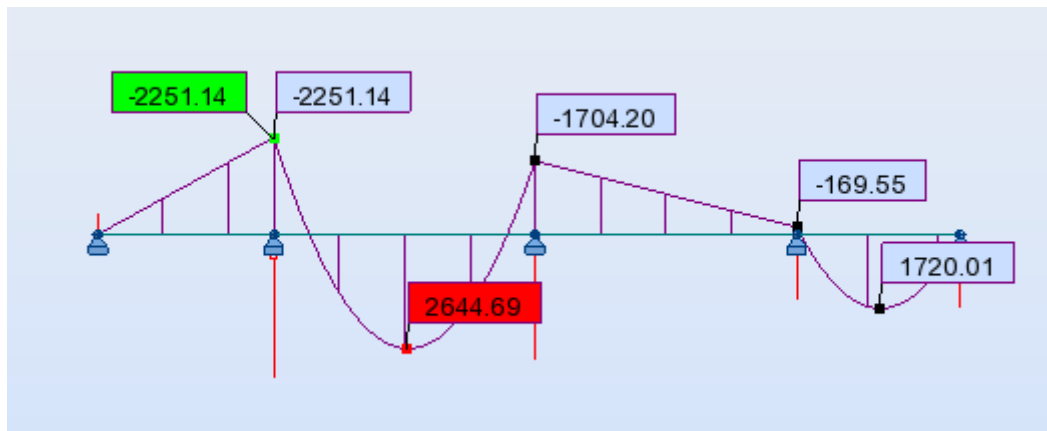
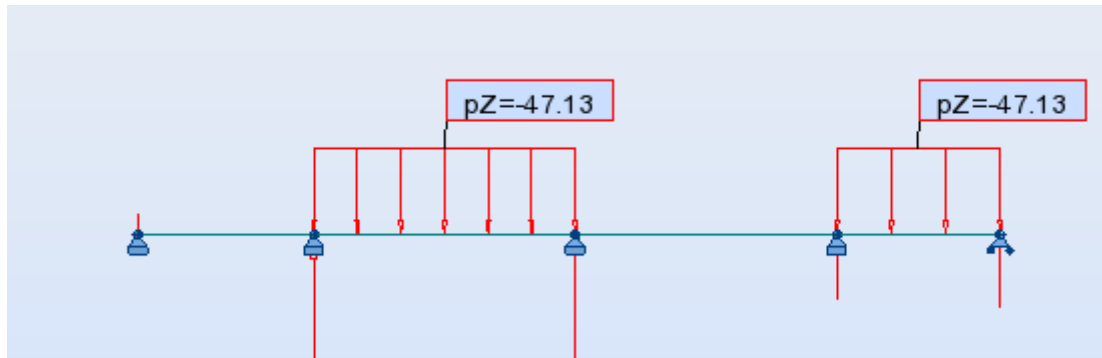
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	-86,31	0,0
2/ 6	0,0	668,76	0,00
3/ 6	0,0	1472,66	-0,00
7/ 6	0,0	679,90	0,00
8/ 6	0,0	-95,72	0,00
Case 6			
DL3			
Sum of val.	0,0	2639,28	0,00
Sum of reac.	0,0	2639,28	-123650,27
Sum of forc.	0,0	-2639,28	123650,27
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,09437e-013	3,52069e-026	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

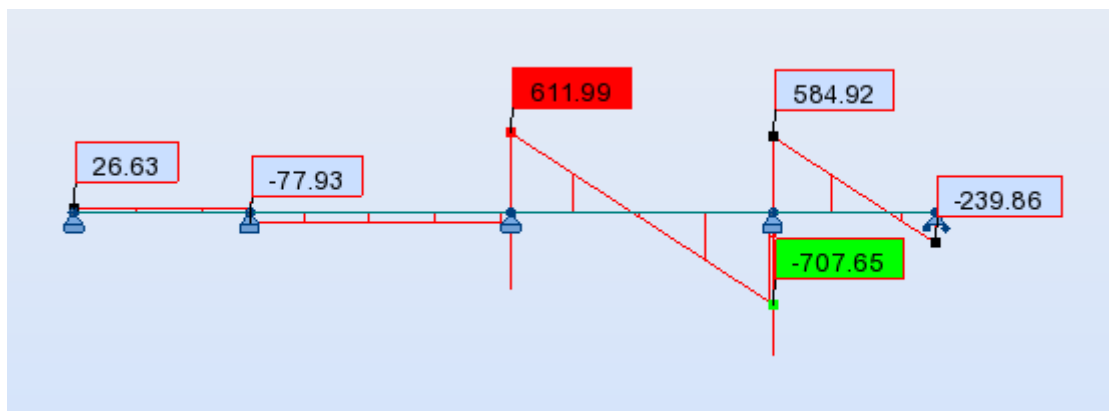
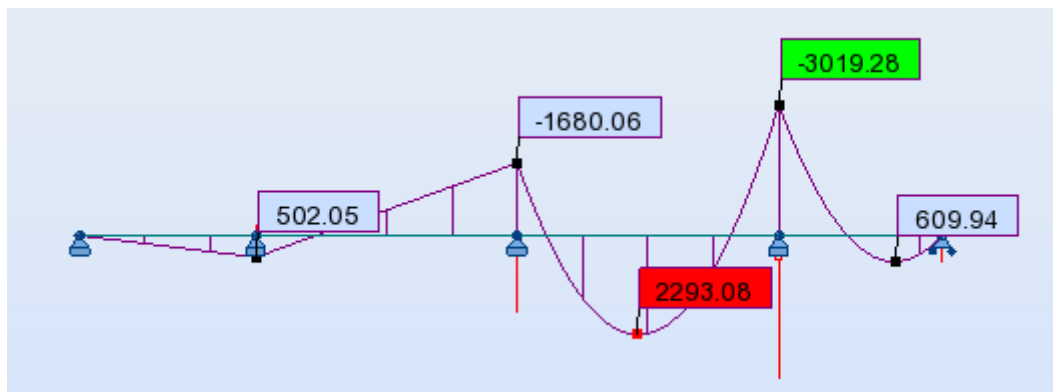
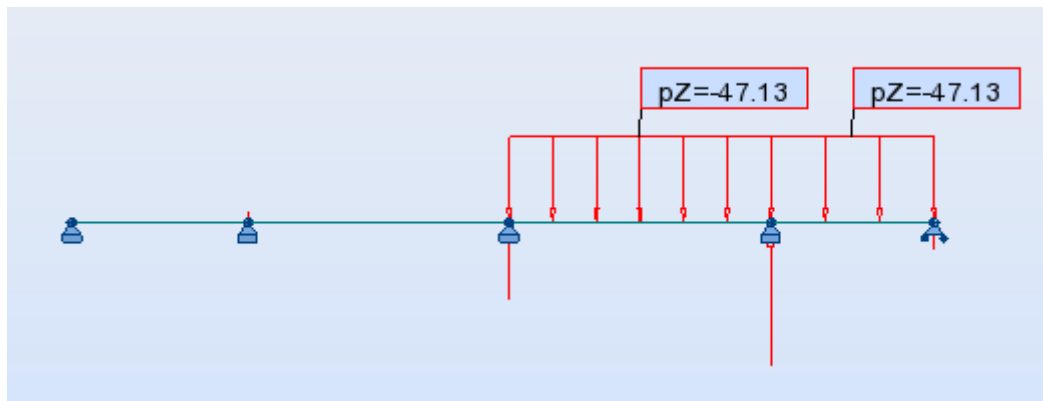
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	-89,55	0,0
2/ 6	0,0	681,48	-0,00
3/ 6	0,0	1428,84	0,0
7/ 6	0,0	1169,87	0,00
8/ 6	0,0	273,42	-0,00
Case 6			
DL3			
Sum of val.	0,0	3464,06	0,00
Sum of reac.	0,0	3464,06	-192601,46
Sum of forc.	0,0	-3464,06	192601,46
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	4,50967e-014	6,36145e-028	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	-119,42	0,0
2/ 6	0,0	798,78	-0,00
3/ 6	0,0	695,09	-0,00
7/ 6	0,0	367,27	0,00
8/ 6	0,0	402,70	0,0
Case 6 DL3			
Sum of val.	0,0	2144,41	0,00
Sum of reac.	0,0	2144,41	-112301,36
Sum of forc.	0,0	-2144,42	112301,36
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	4,24765e-013	5,16033e-026	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 6	0,0	26,63	0,0
2/ 6	0,0	-104,57	0,0
3/ 6	0,0	689,92	0,00
7/ 6	0,0	1292,57	0,00
8/ 6	0,0	239,86	0,0
Case 6	DL3		
Sum of val.	0,0	2144,41	0,00
Sum of reac.	0,0	2144,41	-149251,28
Sum of forc.	0,0	-2144,42	149251,28
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	4,29769e-013	7,73689e-026	

Cargas muertas

Como cargas muertas se entiende como todas aquellas acciones de carácter permanente tales como barreras, capas de bituminosos, impermeabilizantes, capas de regularización,..., es decir todos los elementos no estructurales que vayan a ser colocados durante la construcción y que están debidamente descritos en este documento.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

SOBRECARGAS DE TRÁFICO

En este subapartado se pretenden analizar los esfuerzos que producen sobre la estructura los diferentes modelos de carga de tráfico descritos en el Eurocódigo 1. Cabe señalar que estos modelos de carga serán aplicados sobre la estructura en fase de servicio, es decir una vez la estructura ya esté abierta al tráfico, una vez la estructura es hiperestática.

REFERENCIAS DE LA NORMATIVA EMPLEADA (EN1991-2): “ACCIONES DE TRÁFICO RODADO Y OTRAS ACCIONES ESPECÍFICAS PARA PUENTES DE CARRETERA”

CAMPO DE APLICACIÓN

Los modelos de carga definidos en este capítulo deberían utilizarse en el proyecto de puentes de carretera con longitudes cargadas inferiores a 200 m.

NOTA 1 – 200 m corresponden a la longitud máxima tenida en cuenta para la calibración del modelo de carga 1 (véase el apartado 4.3.2). En general, el uso del modelo de carga 1 queda del lado de la seguridad para longitudes cargadas superiores a 200 m.

NOTA 2 – Los modelos de carga para longitudes cargadas superiores a 200 m pueden definirse en el anexo nacional o en el proyecto específico.

Los modelos y reglas asociadas están previstos para cubrir todas las situaciones de tráfico normalmente predecibles (es decir, condiciones de tráfico en cualquier dirección y en cualquier carril debidas al tráfico rodado) que deben tenerse en cuenta para el proyecto (véase, no obstante, el punto (3) y las notas en el apartado 4.2.1).

NOTA 1 – El anexo nacional puede definir modelos específicos o también el proyecto específico, para su uso en puentes equipados con los medios apropiados, incluyendo señales de carretera orientadas estrictamente a limitar el peso de cualquier vehículo (por ejemplo, para carreteras locales, privadas o agrarias).

NOTA 2 – Los modelos de carga para los estribos y muros adyacentes a los puentes se definen separadamente (véase el apartado 4.9). Éstos se derivan de los modelos de tráfico rodado sin corrección alguna por efectos dinámicos. Para puentes de entramado, las cargas en los terraplenes de la carretera pueden dar lugar también a solicitaciones en la estructura del puente.

Los efectos de las cargas en los emplazamientos de construcción de la carretera (por ejemplo, debidos a retroexcavadoras o camiones de movimientos de tierra, etc.) o bien de cargas específicas para ensayos e inspecciones, no están contempladas por los modelos de carga y deberían especificarse individualmente cuando sea pertinente.

REPRESENTACIÓN DE LAS ACCIONES

- Modelos de carga de tráfico rodado

Las cargas debidas al tráfico rodado, consistente en coches, camiones y vehículos especiales (por ejemplo, de transporte industrial) provocan fuerzas verticales y horizontales, estáticas y dinámicas.

NOTA 1 – Los modelos de carga definidos en este capítulo no describen cargas reales. Han sido elegidos y calibrados para que sus efectos (incluyendo la amplificación dinámica, donde se indique) representen los efectos del tráfico real en los países europeos en el año 2.000.

NOTA 2 – El anexo nacional puede definir modelos complementarios de carga que lleven asociados modelos de combinación allí donde deba considerarse tráfico más allá del alcance de los modelos de carga especificados en este capítulo.

NOTA 3 – La amplificación dinámica incluida en los modelos (exceptuando la fatiga), aunque haya sido establecida para un pavimento de calidad media (véase el anexo B) y vehículos de suspensión neumática, depende de varios parámetros y del efecto de la acción que se trate. Así pues, un factor único no puede representarlo. En determinados casos desfavorables, puede alcanzar 1.7 (efectos locales), pero se pueden alcanzar valores aún más desfavorables en caso de pavimentos de peor calidad o si hay peligro de resonancia. Estos casos pueden evitarse tomando las medidas apropiadas de calidad y diseño. Por tanto, puede ser necesario tener en cuenta una amplificación dinámica adicional para cálculos concretos (véase el punto (6) del apartado 4.6.1) o para proyectos específicos.

Cuando deban considerarse para el proyecto del puente vehículos que no cumplan las reglamentaciones nacionales sobre peso y, posiblemente, sobre dimensiones, sin requerir permisos especiales, o en caso de cargas militares, estos aspectos deberían quedar definidos.

NOTA – El anexo nacional puede definir esos modelos. El anexo A ofrece orientación sobre modelos normalizados para vehículos especiales y su aplicación (véase el apartado 4.3.4).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- Clases de carga

Las cargas reales en puentes de carretera son el resultado de diversas categorías de vehículos y de peatones.

El tráfico de vehículos puede variar entre puentes, dependiendo de su composición (por ejemplo, porcentaje de camiones), su densidad (por ejemplo, número medio de vehículos al año), sus condiciones (por ejemplo, frecuencia de atascos), los pesos extremos probables de los vehículos y sus cargas por eje, y, en su caso, por la influencia de señales restringiendo la capacidad de carga.

Estas diferencias deberían considerarse mediante el uso de modelos de carga apropiados según la localización del puente (por ejemplo, mediante el ajuste de los valores α y β definidos en el apartado 4.3.2 para el modelo de carga 1 y en el apartado 4.3.3 para el modelo de carga 3 respectivamente).

- Divisiones de la calzada en carriles nominales

La anchura de la calzada, w , debería medirse entre los bordillos de la acera o entre los bordes interiores de los sistemas de contención de vehículos, y no debería incluir la distancia entre los sistemas fijos de contención de vehículos o los bordillos de la mediana, ni la anchura de estos sistemas de contención de vehículos.

NOTA – El anexo nacional puede definir el valor mínimo de la altura de los bordillos de la acera a considerar. El valor mínimo recomendado de esta altura es de 100 mm.

La tabla 4.1 define la anchura w_1 de los carriles nominales de una calzada y el número entero más grande posible n_1 de estos carriles.

Tabla 4.1
Número y anchura de carriles nominales

Anchura de la calzada w	Número de carriles nominales	Anchura de carril nominal w_1	Anchura del área restante
$w < 5,4$ m	$n_1 = 1$	3 m	$w - 3$ m
$5,4$ m $\leq w < 6$ m	$n_1 = 2$	$\frac{w}{2}$	0
6 m $\leq w$	$n_1 = \text{Ent}\left(\frac{w}{3}\right)$	3 m	$w - 3 \times n_1$

NOTA – Por ejemplo, para una calzada de anchura de 11 m, $n_1 = \text{Ent}\left(\frac{11}{3}\right) = 3$ y la anchura del área restante es $11 - 3 \times 3 = 2$ m.

Para anchuras de calzadas variables, el número de carriles nominales debería definirse de acuerdo con los principios utilizados para la tabla 4.1.

NOTA – Por ejemplo, el número de carriles nominales será

- 1 cuando $w < 5,4$ m
- 2 cuando $5,4$ m $\leq w < 9$ m
- 3 cuando 9 m $\leq w < 12$ m, etc.

Cuando la calzada de un puente esté dividida físicamente en dos partes separadas por una mediana central, entonces:

- a) cada parte, incluyendo los arcenes o bordes, debería dividirse independientemente en carriles nominales si las partes están separadas por un sistema de contención de carreteras permanente;
- b) la totalidad de la calzada, incluyendo la mediana, debería dividirse en carriles nominales si las partes están separadas por un sistema de contención de carreteras temporal.

NOTA – Se pueden ajustar las reglas dadas en el punto (4) del apartado 4.2.3 para el proyecto específico, con el objetivo de permitir futuras modificaciones previsibles en los carriles de tráfico del tablero (por ejemplo, para su reparación).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

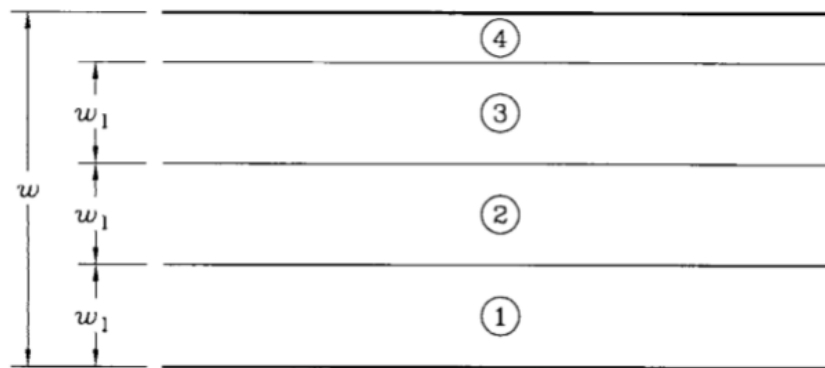
- Localización y numeración de los carriles para el proyecto. La localización y numeración de los carriles debería determinarse de acuerdo con las siguientes reglas:

La numeración de carriles nominales no debería estar necesariamente relacionada con su localización.

Para cada verificación individual (por ejemplo, para la verificación del estado límite último de resistencia de una sección transversal a flexión), el número de carriles a considerar como cargados, su localización en la calzada y su numeración, debería elegirse de tal forma que los efectos de los modelos de carga sean los más desfavorables.

Para modelos y valores representativos de la fatiga, la localización y numeración de los carriles debería elegirse dependiendo del tráfico esperado bajo condiciones normales.

El carril que presente el efecto más desfavorable se numera como carril número 1, el carril que ofrece el segundo efecto más desfavorable se numera como carril 2, etc. (véase la figura 4.1).



Leyenda

- w Anchura de la calzada
- w_1 Anchura del carril nominal
- 1 carril nominal N° 1
- 2 carril nominal N° 2
- 3 carril nominal N° 3
- 4 Área restante

Fig. 4.1 – Ejemplo de numeración de carriles en el caso más general

Cuando la calzada consiste en dos partes separadas en la misma plataforma, debería utilizarse una única numeración para toda la calzada.

NOTA – Por tanto, aunque la calzada esté separada en dos partes diferenciadas, sólo hay un carril número 1, que puede estar alternativamente en las dos partes.

Cuando la calzada consiste en dos partes separadas en dos tableros independientes, cada parte debería ser considerada una calzada. Debería emplearse numeración diferenciada para el cálculo de cada tablero. Si los dos tableros son sustentados por las mismas pilas y/o estribos, debería usarse una numeración única para las dos partes conjuntamente en el cálculo de las pilas y/o estribos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- Aplicación de los modelos de carga en carriles individuales

Para cada verificación individual, deberían aplicarse los modelos de carga en cada carril nominal en tal longitud y colocados longitudinalmente de tal forma, que se produzca el resultado más desfavorable, siempre que esto sea compatible con las condiciones de aplicación definidas más adelante para cada modelo en concreto.

En el área restante debería aplicarse el modelo de carga asociado a tales longitud y anchura, para obtener el resultado más desfavorable, siempre que esto sea compatible con las condiciones particulares especificadas en el apartado 4.3.

Cuando sea pertinente, deberían combinarse los diversos modelos de carga (véase el apartado 4.5) así como con los modelos de carga de peatones o ciclistas.

CARGAS VERTICALES - VALORES CARACTERÍSTICOS

- Situaciones de proyecto generales y asociadas

Las cargas características, están orientadas a la determinación de los efectos del tráfico asociados con las verificaciones del estado limite último y con determinadas verificaciones en servicio (véanse las Normas EN 1990 a EN 1999).

Los modelos de carga para cargas verticales representan los siguientes efectos de tráfico.

- a) Modelo de carga 1 (LM1): cargas concentradas y uniformemente distribuidas, lo que cubre la mayoría de los efectos del tráfico de coches y camiones. Este modelo debería emplearse para verificaciones generales y locales.
- b) Modelo de carga 2 (LM2): una carga única por eje aplicada en un área de contacto específica de la rueda, lo que cubre los efectos dinámicos del tráfico normal en los elementos estructurales cortos.

NOTA 1 – Como orden de magnitud, LM2 puede predominar en el rango de longitudes de carga de 3 m a 7 m.

NOTA 2 – El anexo nacional puede definir más a fondo el uso del LM2.

Modelo de carga 3 (LM3): un conjunto de cargas por eje que representan vehículos especiales (por ejemplo, para transporte industrial), que puede viajar en rutas en las que se permiten cargas anormales. El modelo está orientado para verificaciones locales y generales.

Modelo de carga 4 (LM4): una carga de acumulación, orientada únicamente para verificaciones generales.

NOTA – Esta carga de acumulación es particularmente relevante para puentes situados en o cerca de ciudad en el caso de que sus efectos no estén cubiertos por el modelo de carga 1.

Los modelos de carga 1, 2 y 3, según corresponda, deberían tenerse en cuenta para cualquier tipo de situación de proyecto (por ejemplo, para situaciones transitorias durante trabajos de reparación).

El modelo de carga 4 debería utilizarse únicamente para algunas situaciones de proyecto transitorias.

- Modelos de carga 1

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El modelo de carga 1 consiste en dos sistemas parciales.

a) Cargas concentradas de doble eje (sistema tandem: TS) en el que cada eje tiene el siguiente peso:

$$\alpha_Q Q_k \quad (4.1)$$

donde

α_Q son factores de ajuste

- No debería tenerse en cuenta más de un sistema tandem por carril nominal
- Sólo deberían tenerse en cuenta los sistemas completos de tandem
- Para la evaluación de efectos generales debería asumirse que cada sistema tandem se desplaza centrado a lo largo de los ejes de los carriles nominales (véase el punto (5) para las verificaciones locales y la figura 4.2.b))
- Cada eje del sistema tandem debería considerarse con dos ruedas idénticas, siendo por tanto la carga por rueda igual a $0,5\alpha_Q Q_k$.
 - La superficie de contacto de cada rueda debería considerarse como un cuadrado de 0,40 m de lado (véase la figura 4.2b)

(b) Cargas uniformemente distribuidas (sistema UDL) que tienen el siguiente peso por metro cuadrado de carril nominal:

$$\alpha_q q_k \quad (4.2)$$

donde

α_q son factores de ajuste

Las cargas uniformemente distribuidas deberían aplicarse sólo en las zonas más desfavorables de la superficie de influencia, longitudinal y transversalmente.

NOTA – LM1 está ajustado para cubrir situaciones de tráfico fluidas, congestionadas o de atasco con alto porcentaje de camiones pesados. En general, cuando se usa con los valores básicos, cubre los efectos de un vehículo especial de 600 kN como queda definido en el anexo A.

El modelo de carga 1 debería aplicarse en cada carril nominal y en las áreas restantes. En el carril nominal número i , las magnitudes de carga se denominan $\alpha_{Qi} Q_{ik}$ y $\alpha_{qi} q_{ik}$ (véase la tabla 4.2) En las áreas restantes, se denominan $\alpha_{qr} q_{rk}$.

Los valores de los factores de ajuste α_{Qi} , α_{qi} y α_{qr} deberían elegirse dependiendo del tráfico esperado y, eventualmente, de las diferentes clases de rutas. Cuando no se especifique otra cosa, estos factores deberían tomarse iguales a la unidad.

NOTA 1 – Los valores de los factores α_{Qi} , α_{qi} y α_{qr} se dan en los anexos nacionales. En todos los casos, para puentes sin señales viarias que restrinjan los pesos de los vehículos, se recomienda utilizar los siguientes valores mínimos:

$$\alpha_{Qi} \geq 0,8 \text{ y} \quad (4.3)$$

$$\text{para } i \geq 2, \alpha_{qi} \geq 1 ; \text{ esta restricción no es aplicable a } \alpha_{qr} \quad (4.4)$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

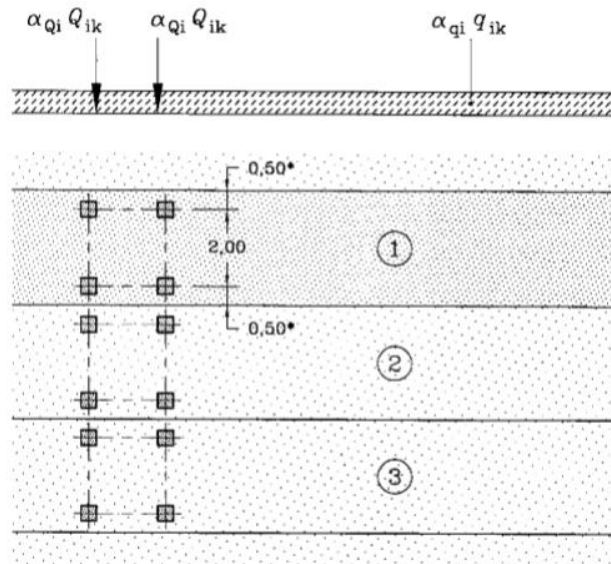
NOTA 2 – Los valores de los factores α pueden corresponderse, en los anexos nacionales, con los tipos de tráfico. Cuando se toman con valor igual a 1, se corresponden con un tránsito en el que se espera tráfico internacional pesado, representando una gran parte del tráfico total los vehículos pesados. Para composiciones de tráfico más usuales (autopistas y autovías), pueden reducirse moderadamente (del 10% al 20%) los factores α de los sistemas tandem y las cargas uniformemente distribuidas en el carril 1.

Los valores característicos de Q_{ik} y q_{ik} , incluyendo su amplificación dinámica, deberían obtenerse de la tabla 4.2.

Tabla 4.2
Modelo de carga 1: valores característicos

Localización	Sistema Tandem <i>TS</i>	Sistema <i>UDL</i>
	Cargas por eje Q_{ik} (kN)	q_{ik} (o q_{ik}) (kN/m ²)
Carril 1	300	9
Carril 2	200	2,5
Carril 3	100	2,5
Otros carriles	0	2,5
Área restante (q_{tk})	0	2,5

La figura 4.2.a muestra los detalles del modelo de carga 1



Leyenda

- (1) Carril 1: $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$; $q_{1k} = 9 \text{ kN/m}^2$
 - (2) Carril 2: $Q_{2k} = 200 \text{ kN}$; $q_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
 - (3) Carril 3: $Q_{3k} = 100 \text{ kN}$; $q_{3k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- *para $w_l = 3 \text{ m}$

Fig. 4.2.- Aplicación del modelo de carga 1

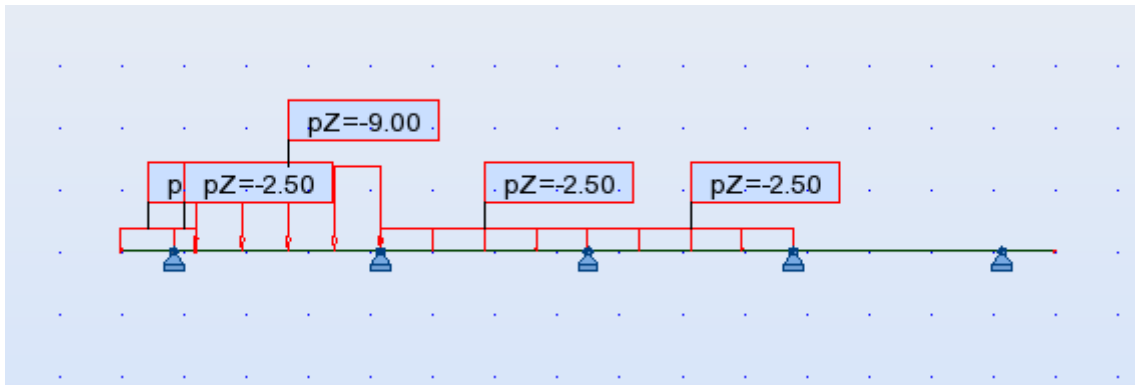
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

CÁLCULO DE LAS ACCIONES DEL TRÁFICO RODADO SEGÚN EN 1991-2

LOAD MODEL 1:

-DISTRIBUTED LOAD: En este caso se distribuirá la carga de manera que las zonas de paso de vehículos sean cargadas según la tabla 3.6 de EN1991-2.

OPCIÓN 1

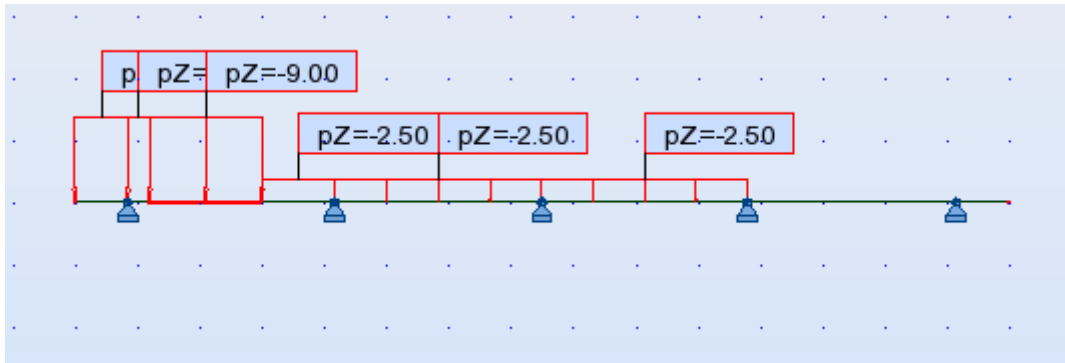


REACCIONES EN LOS APOYOS

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 2	0,0	12,99	0,00
4/ 2	0,0	22,71	-0,00
5/ 2	0,0	6,44	0,00
6/ 2	0,0	4,57	0,0
7/ 2	0,0	-0,41	-0,00
Case 2	DL2		
Sum of val.	0,0	46,30	0,00
Sum of reac.	0,0	46,30	-197,63
Sum of forc.	0,0	-46,31	197,63
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	7,52144e-015	1,30611e-029	

DISTRIBUTED LOAD en este caso se considerará una distribución tal que la máxima carga distribuida se encuentre localizada en el extremo de la sección transversal, allí donde produzca una mayor reacción de la viga según se ha analizado mediante la línea de influencia.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

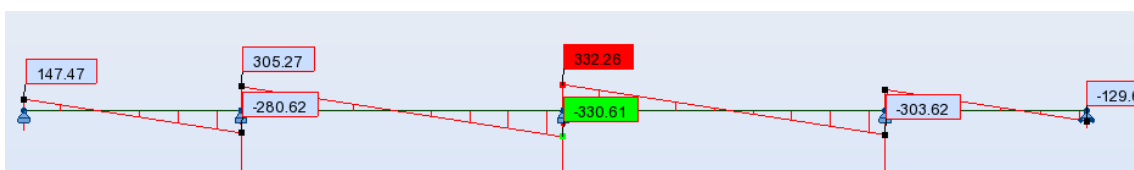
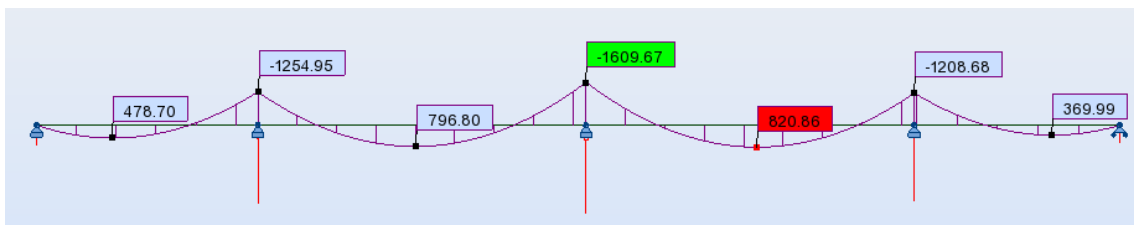
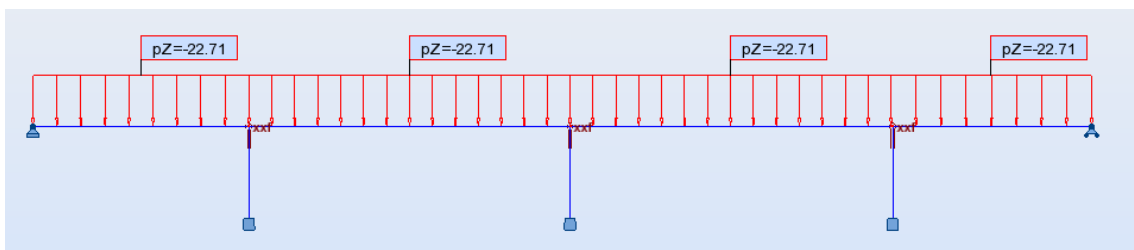


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 3	0,0	20,68	0,00
4/ 3	0,0	14,40	0,00
5/ 3	0,0	7,47	0,00
6/ 3	0,0	4,31	-0,00
7/ 3	0,0	-0,37	0,00
Case 3	DL3		
Sum of val.	0,0	46,50	0,00
Sum of reac.	0,0	46,50	-175,05
Sum of forc.	0,0	-46,50	175,05
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	7,39071e-015	1,19969e-030	

LOAD MODEL 1 APLICADO A LA SECCIÓN LONGITUDINAL

CASO 1

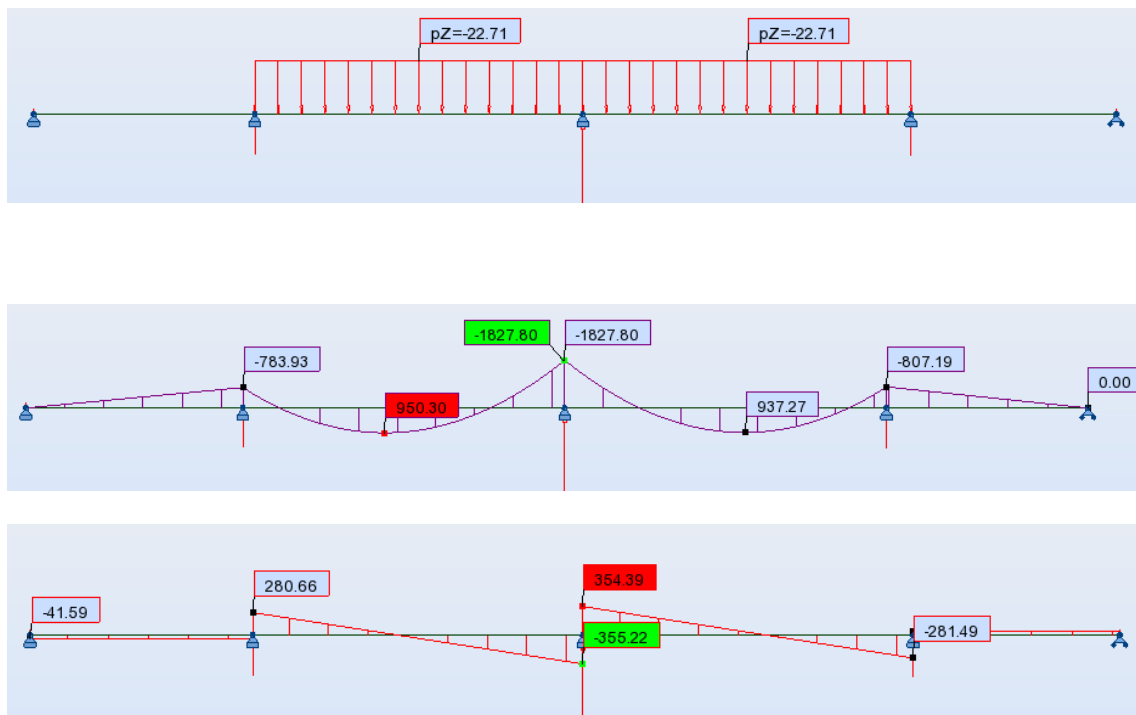


REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	0,0	147,47	0,0
2/ 4	0,0	585,89	0,00
3/ 4	0,0	662,87	0,0
7/ 4	0,0	571,40	0,00
8/ 4	0,0	129,65	-0,00
Case 4 LL1			
Sum of val.	0,0	2097,27	0,00
Sum of reac.	0,0	2097,27	-96841,37
Sum of forc.	0,0	-2097,27	96841,37
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,71777e-014	2,00398e-028	

CASO 2

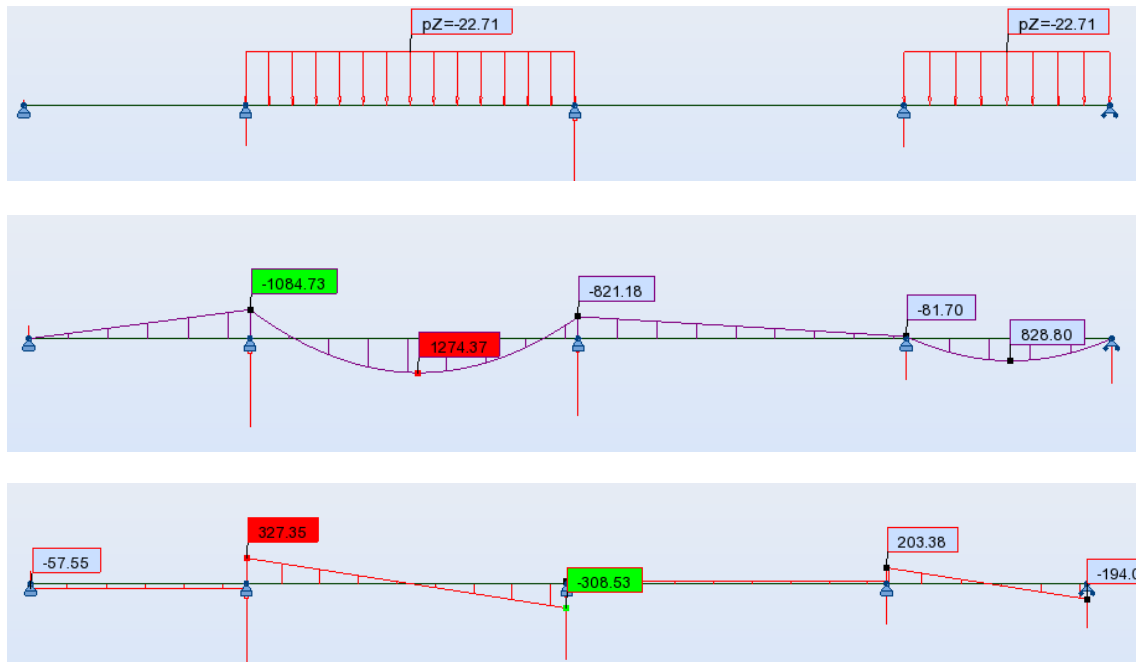


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	0,0	-41,59	0,0
2/ 4	0,0	322,25	0,0
3/ 4	0,0	709,61	-0,00
7/ 4	0,0	327,61	0,00
8/ 4	0,0	-46,12	-0,00
Case 4 LL1			
Sum of val.	0,0	1271,76	0,00
Sum of reac.	0,0	1271,76	-59581,96
Sum of forc.	0,0	-1271,76	59581,96
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	2,76915e-013	6,06237e-026	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

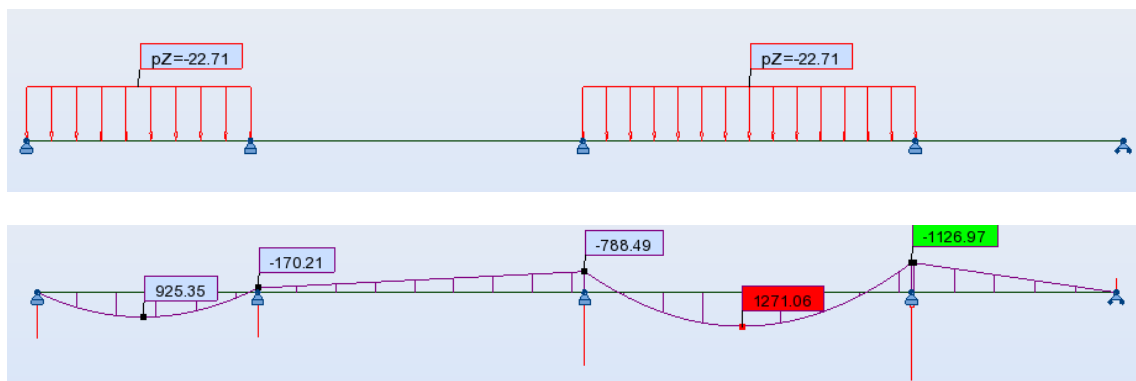
CASO 3



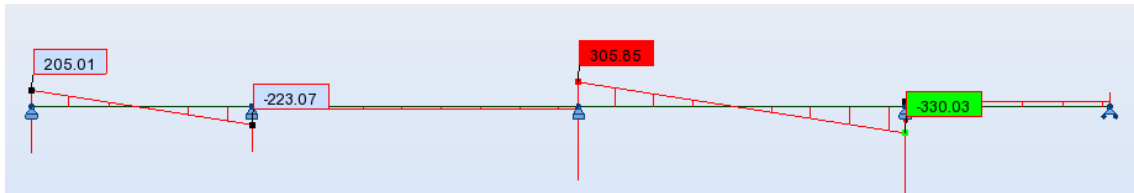
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	0,0	-57,55	0,0
2/ 4	0,0	384,90	0,0
3/ 4	0,0	334,94	0,0
7/ 4	0,0	176,97	-0,00
8/ 4	0,0	194,04	0,00
Case 4 LL1			
Sum of val.	0,0	1033,31	-0,00
Sum of reac.	0,0	1033,31	-54113,39
Sum of forc.	0,0	-1033,31	54113,39
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	4,66390e-013	6,12163e-026	

CASO 4



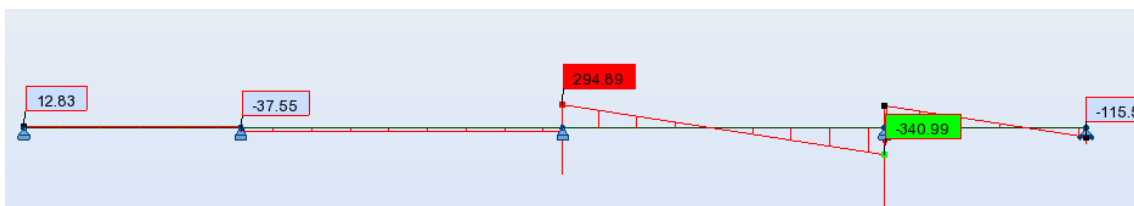
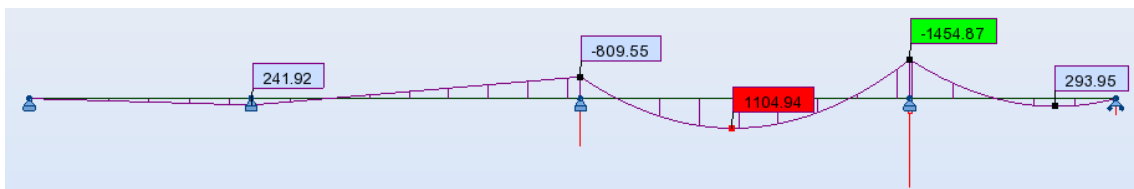
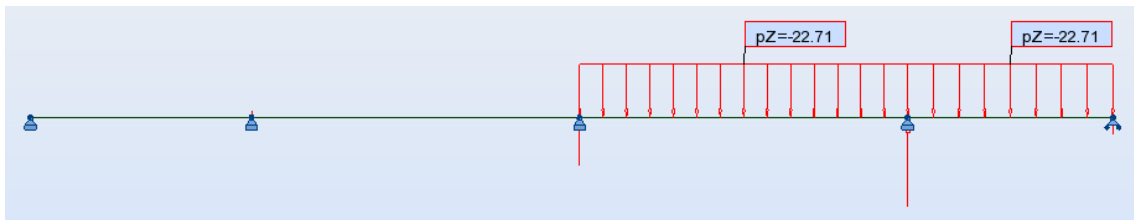
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	0,0	205,01	0,0
2/ 4	0,0	200,99	0,00
3/ 4	0,0	327,93	0,00
7/ 4	0,0	394,43	0,00
8/ 4	0,0	-64,40	0,0
Case 4			
LL1			
Sum of val.	0,0	1063,96	0,00
Sum of reac.	0,0	1063,96	-42727,98
Sum of forc.	0,0	-1063,96	42727,98
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	4,39774e-014	1,01826e-027	

CASO 5



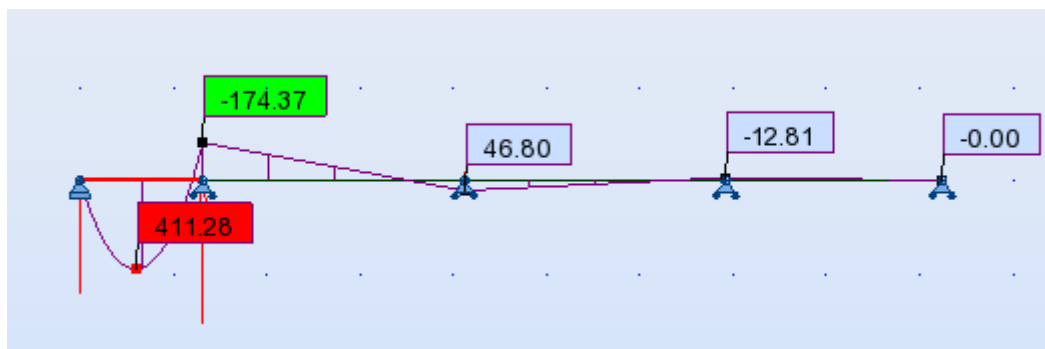
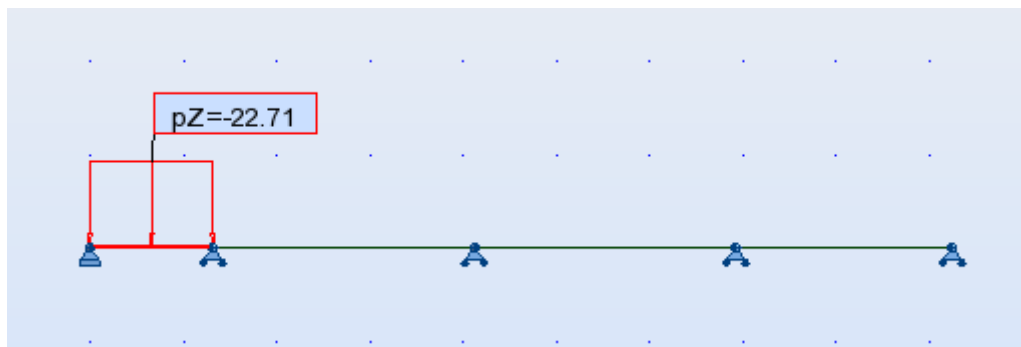
REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

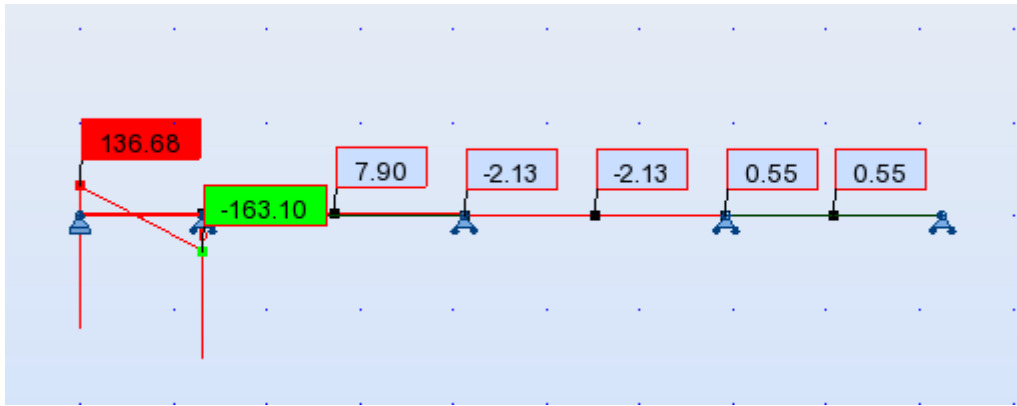
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 4	0,0	12,83	0,0
2/ 4	0,0	-50,39	0,0
3/ 4	0,0	332,45	0,0
7/ 4	0,0	622,83	0,00
8/ 4	0,0	115,58	-0,00
Case 4			
LL1			
Sum of val.	0,0	1033,30	0,00
Sum of reac.	0,0	1033,30	-71918,03
Sum of forc.	0,0	-1033,31	71918,03
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	1,99015e-013	1,64492e-026	

CASO 5

Cabe destacar que los efectos sobre los esfuerzos producidos a partir del caso 5, en los que sólo uno de los vanos será cargado son menores a los producidos por los otros casos, pero serán analizados ya que en la tabla 4.4 de EN 1991-2 2003, en los grupos de carga, el gupo de carga 5 contiene la simultaneidad de un vehículo especial (LM3) con LM1 espaciados 25 m.



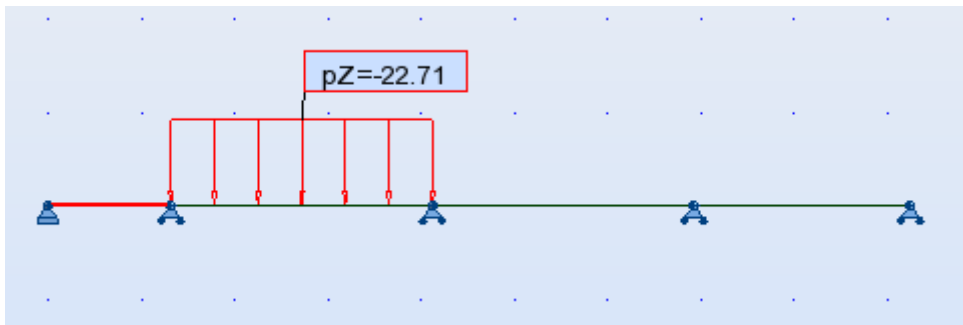
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



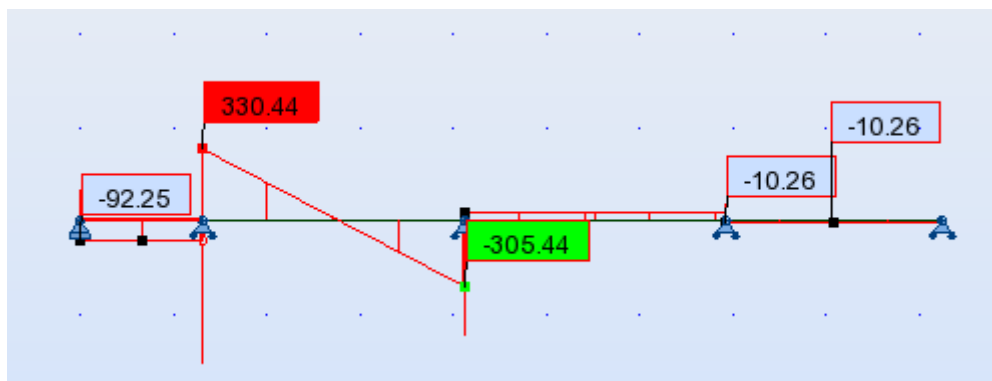
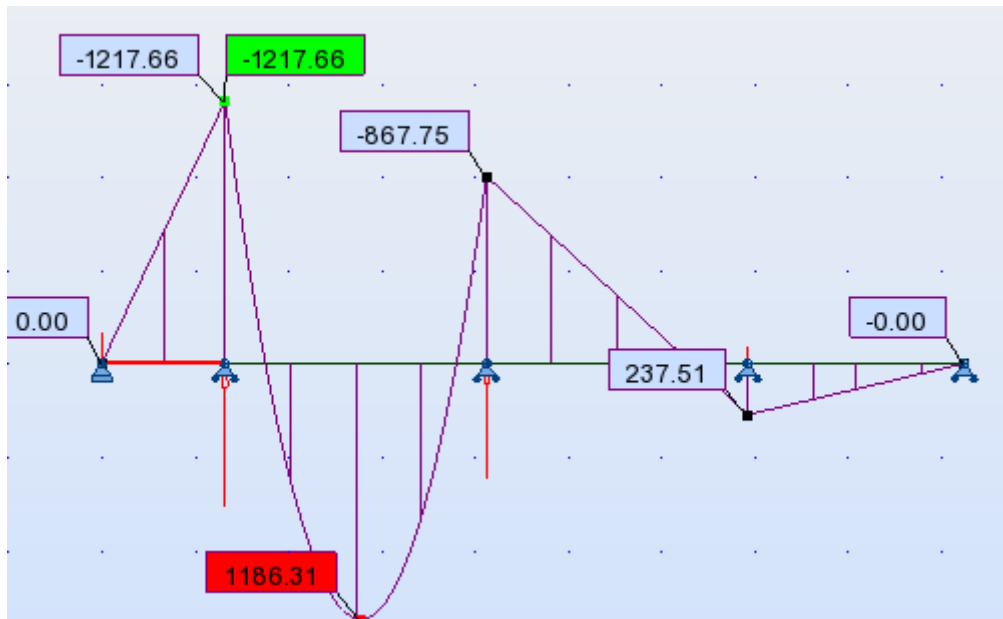
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 7	0,0	136,68	0,00
11/ 7	0,0	-0,55	0,00
12/ 7	0,0	2,68	-0,00
13/ 7	0,0	170,99	-0,00
14/ 7	0,0	-10,03	0,00
Case 7	DL7		
Sum of val.	0,0	299,77	0,00
Sum of reac.	0,0	299,77	-1978,50
Sum of forc.	0,0	-299,77	1978,50
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,11825e-015	3,46219e-031	

OPCION 6



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

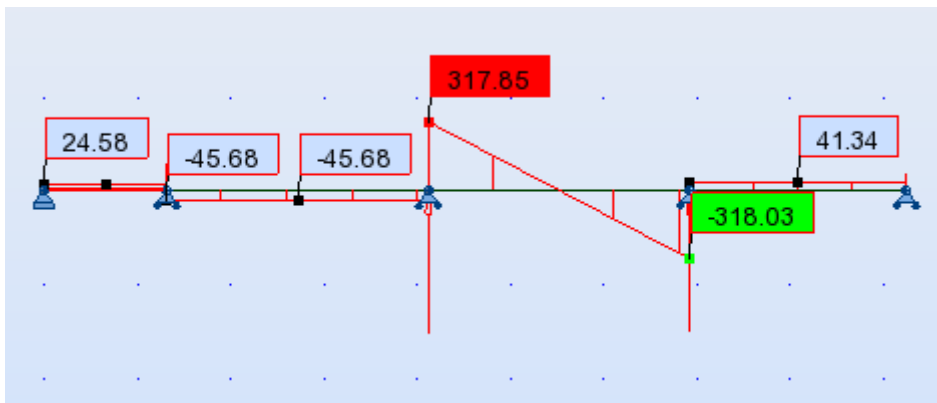
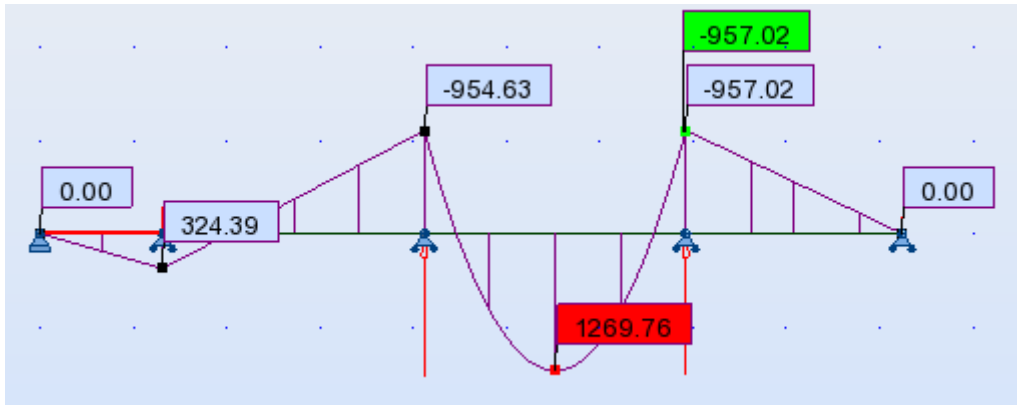
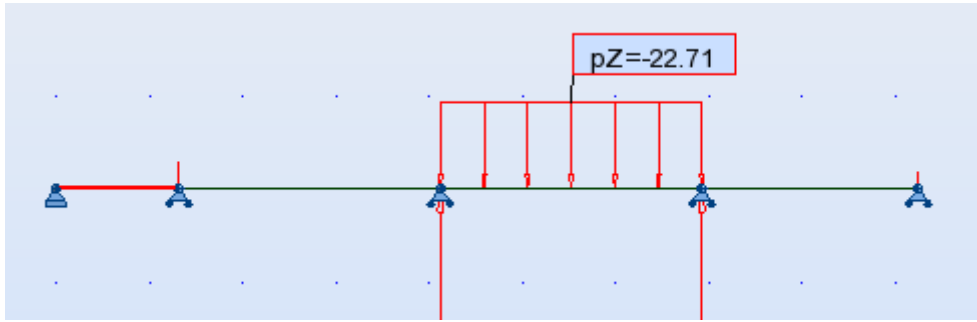


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 8	0,0	-92,25	0,00
11/ 8	0,0	10,26	0,00
12/ 8	0,0	-49,73	-0,00
13/ 8	0,0	422,68	-0,00
14/ 8	0,0	344,92	-0,00
Case 8	DL8		
Sum of val.	0,0	635,88	-0,00
Sum of reac.	0,0	635,88	-17295,94
Sum of forc.	0,0	-635,88	17295,94
Check val.	0,0	-0,00	0,0
Precision	9,41541e-016	1,34069e-031	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

OPCION 7

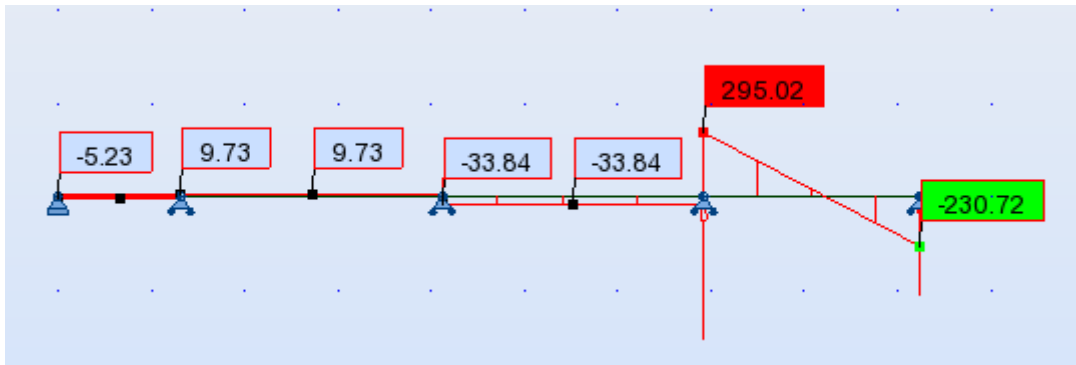
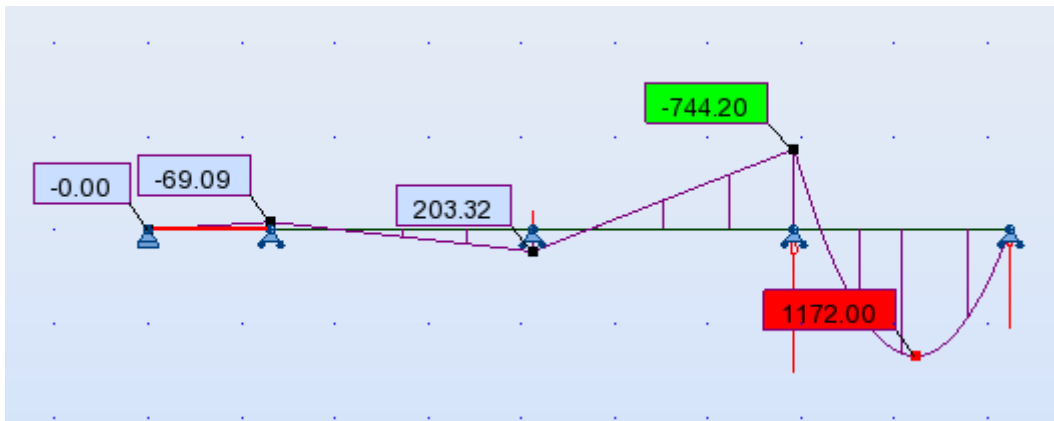
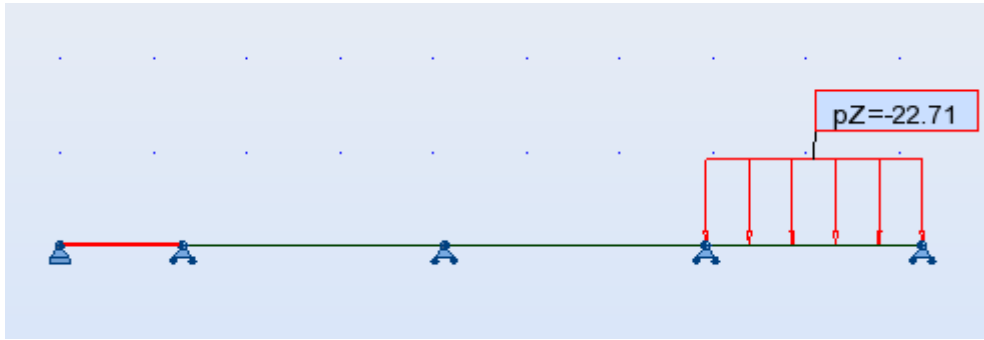


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 9	0,0	24,58	0,00
11/ 9	0,0	-41,34	-0,00
12/ 9	0,0	359,36	-0,00
13/ 9	0,0	-70,25	-0,00
14/ 9	0,0	363,53	0,00
Case 9	DL9		
Sum of val.	0,0	635,88	-0,00
Sum of reac.	0,0	635,88	-35100,58
Sum of forc.	0,0	-635,88	35100,58
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,56924e-015	4,50559e-032	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

OPCION 8



REACCIONES

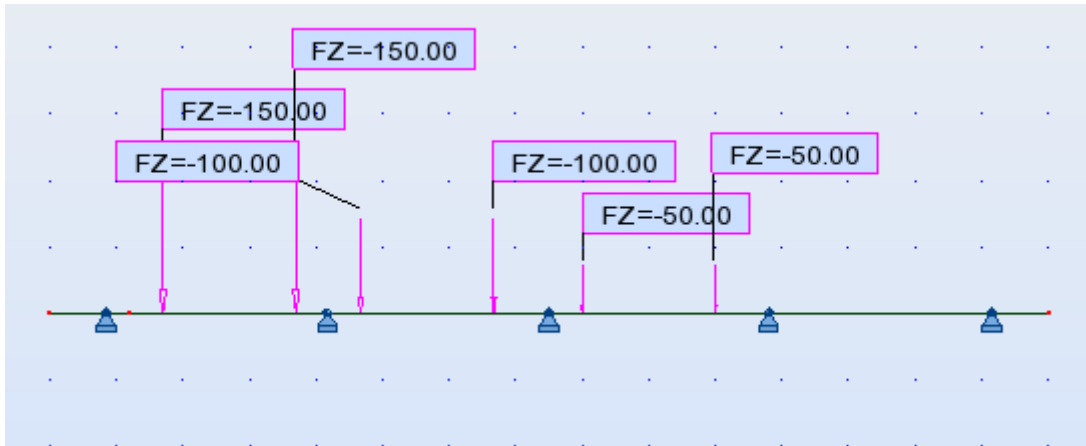
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 10	0,0	-5,23	-0,00
11/ 10	0,0	230,72	0,00
12/ 10	0,0	328,86	0,00
13/ 10	0,0	14,96	0,00
14/ 10	0,0	-43,57	-0,00
Case 10	DL10		
Sum of val.	0,0	525,74	0,00
Sum of reac.	0,0	525,74	-42466,37
Sum of forc.	0,0	-525,74	42466,37
Check val.	0,0	0,0	-0,00
Precision	5,50952e-015	3,07815e-032	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

TANDEM SYSTEM. Para las verificaciones globales, las cargas puntuales son aplicadas como tal con separaciones de ejes de 2 m en sentido transversal. En el sentido longitudinal del puente, dichas cargas son aplicadas con separaciones de 1.2 m.

Cuando se pretenda realizar verificaciones locales, tales como la losa, dichas cargas puntuales del Tandem System del Load Model 1, habrán de ser aplicadas en una superficie de contacto establecido en la normativa (0.4mx0.4m con sus correspondientes dispersión a lo largo del espesor hasta la línea media).

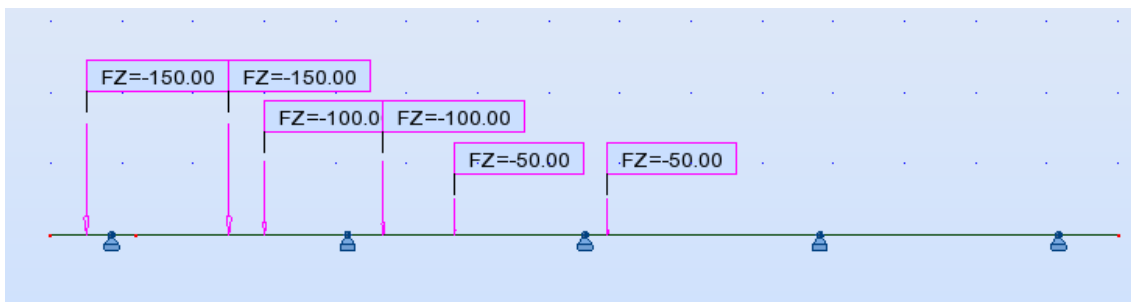
OPCIÓN 1



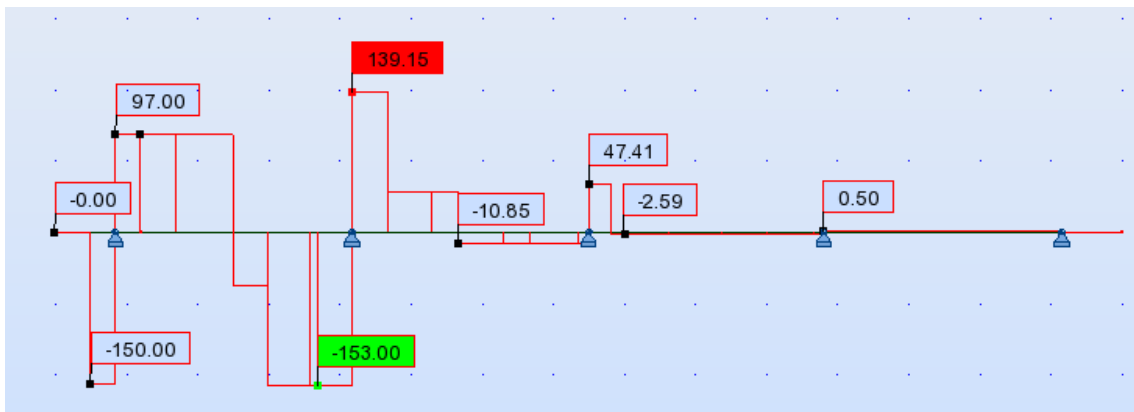
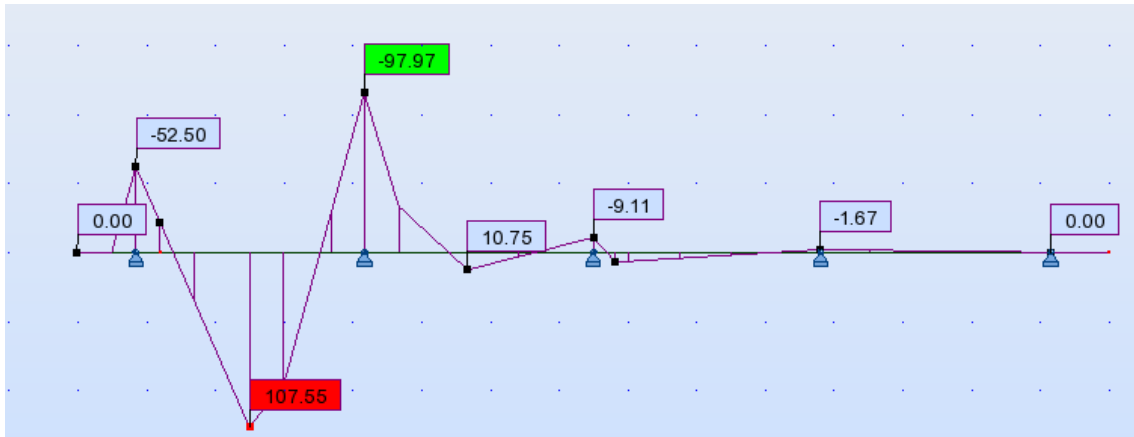
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 3	0,0	106,17	0,00
4/ 3	0,0	320,15	0,00
5/ 3	0,0	135,19	0,0
6/ 3	0,0	41,73	-0,00
7/ 3	0,0	-3,25	0,0
Case 3	DL3		
Sum of val.	0,0	600,00	0,00
Sum of reac.	0,0	600,00	-2844,00
Sum of forc.	0,0	-600,00	2844,00
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	3,27268e-015	4,28944e-031	

OPCIÓN 2



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

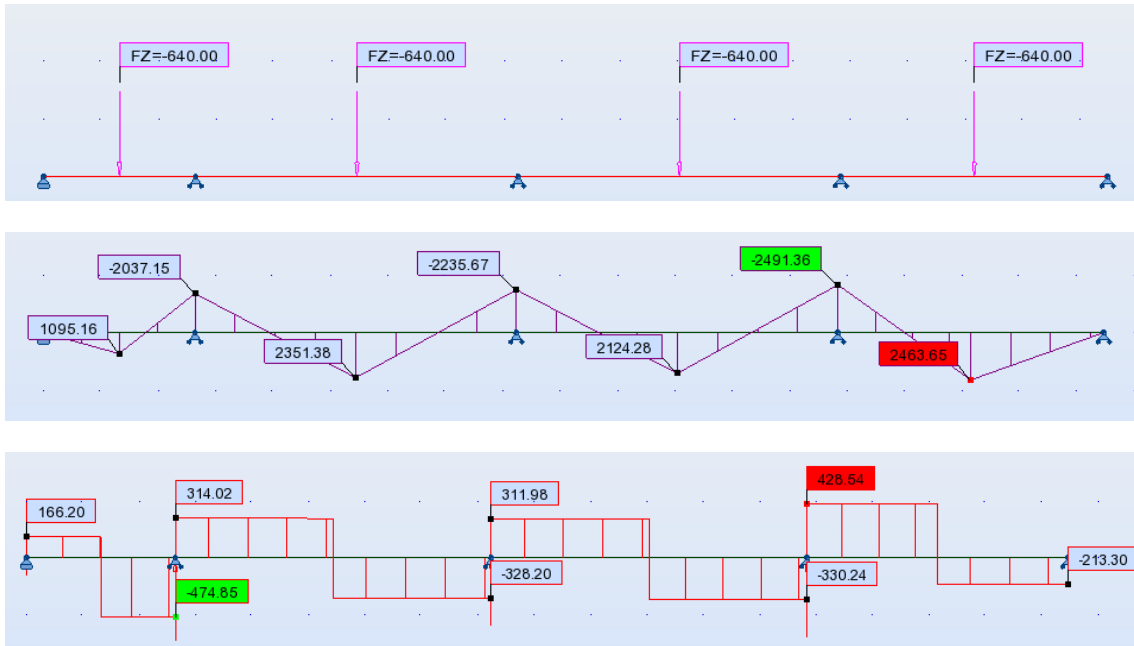
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 4	0,0	247,00	0,00
4/ 4	0,0	292,15	0,00
5/ 4	0,0	58,26	0,00
6/ 4	0,0	3,09	0,00
7/ 4	0,0	-0,50	-0,00
Case 4 DL4			
Sum of val.	0,0	600,00	0,00
Sum of reac.	0,0	600,00	-1891,50
Sum of forc.	0,0	-600,00	1891,50
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	7,17262e-015	3,38813e-031	

Se puede observar que la combinación de cargas de la primera opción produce una mayor reacción sobre el apoyo analizado, por lo que esta será la que se analizará en el modelo longitudinal, combinando la carga en los vanos que produzcan un efecto más desfavorable sobre la estructura.

Es de esperar que en los vanos, dichas cargas puntuales referentes a dos ejes cargados de valor igual a la reacción calculada en el modelo transversal sean colocadas a medio vano ya que así producirán mayores esfuerzos sobre la estructura.

OPCION 1:

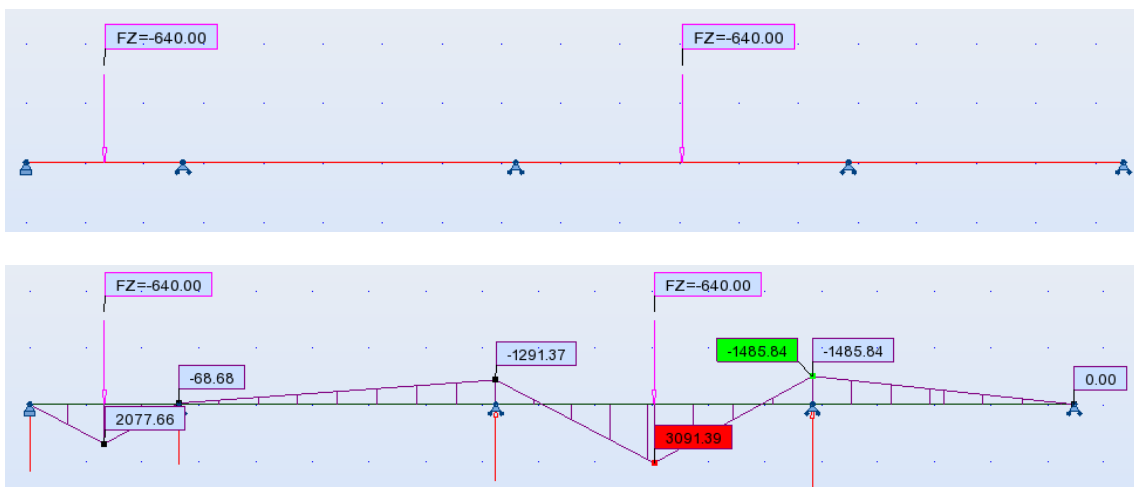
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



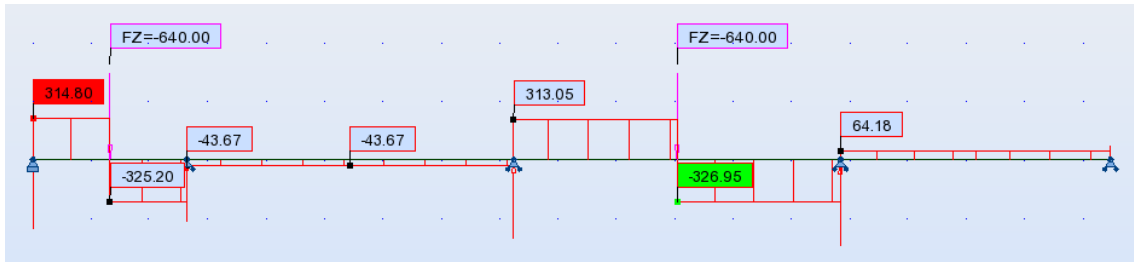
REACCIONES:

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 1	0,0	166,20	-0,00
11/ 1	0,0	213,30	-0,00
12/ 1	0,0	758,78	0,00
13/ 1	0,0	788,88	-0,00
14/ 1	0,0	640,18	-0,00
Case 1			
	DL1		
Sum of val.	0,0	2567,34	-0,00
Sum of reac.	-0,00	2576,59	-109412,62
Sum of forc.	0,0	-2576,59	109412,62
Check val.	-0,00	0,0	0,0
Precision	2,68978e-013	4,86709e-040	

OPCION 2



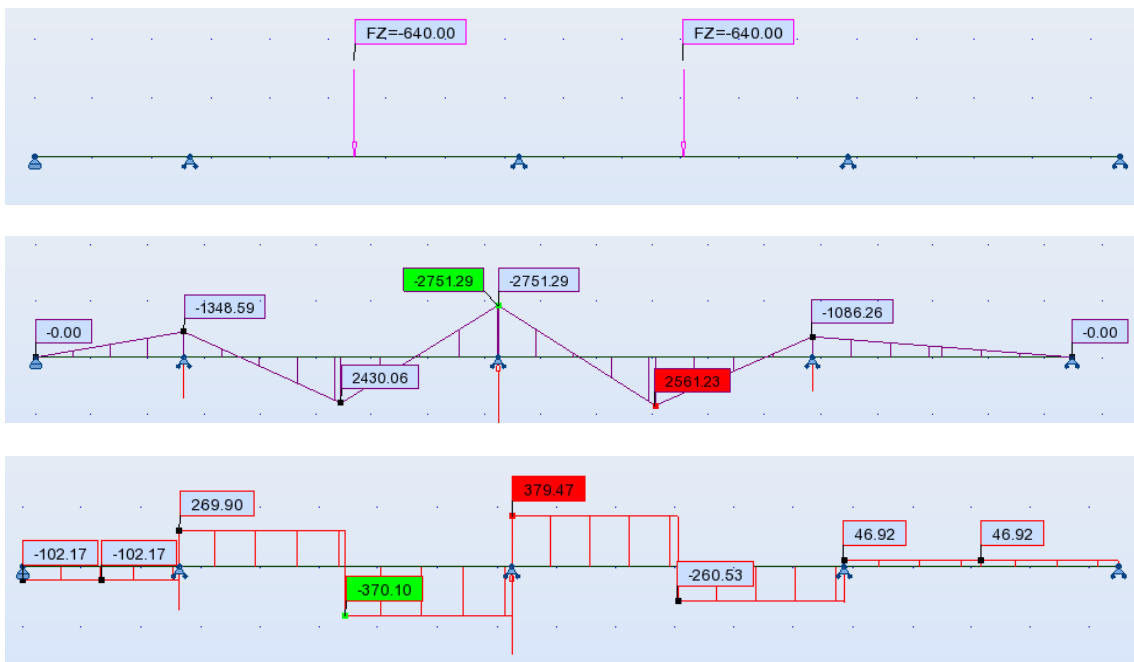
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 2	0,0	314,80	-0,00
11/ 2	0,0	-64,18	-0,00
12/ 2	0,0	391,13	-0,00
13/ 2	0,0	281,54	-0,00
14/ 2	0,0	356,72	0,00
Case 2 DL2			
Sum of val.	0,0	1280,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	1280,00	-39552,00
Sum of forc.	0,0	-1280,00	39552,00
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	8,18545e-016	1,32349e-031	

OPCIÓN 3

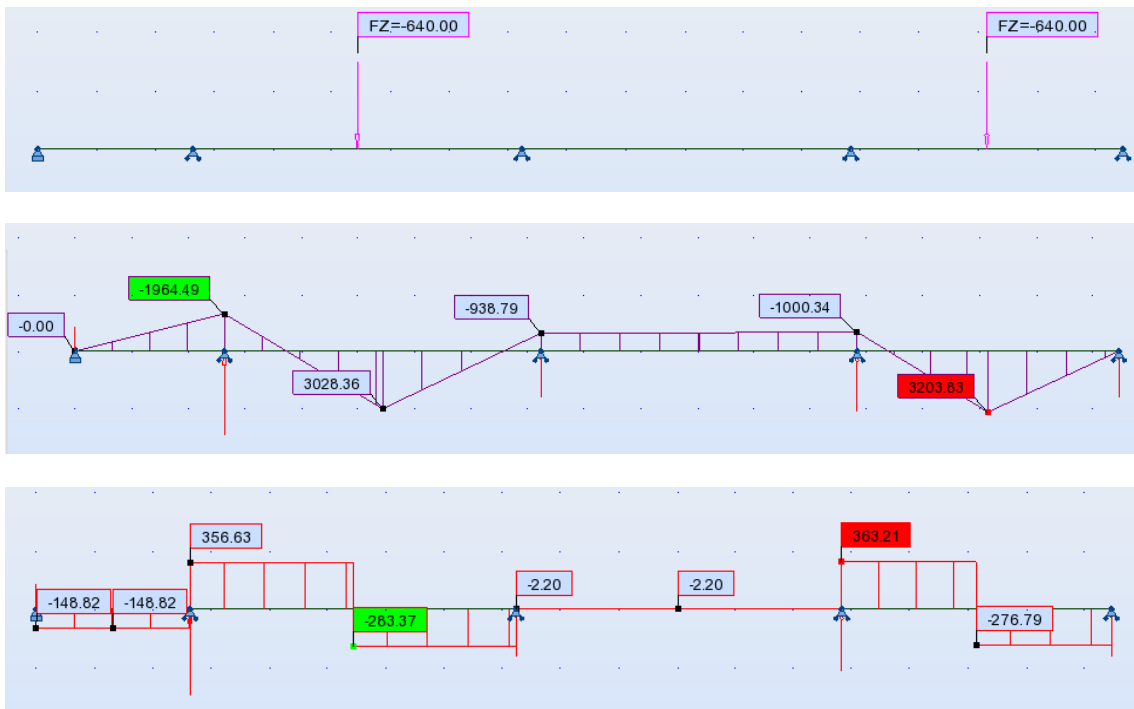


REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 3	0,0	-102,17	-0,00
11/ 3	0,0	-46,92	0,00
12/ 3	0,0	307,46	-0,00
13/ 3	0,0	372,07	0,00
14/ 3	0,0	749,56	-0,00
Case 3	DL3		
Sum of val.	0,0	1280,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	1280,00	-52736,00
Sum of forc.	0,0	-1280,00	52736,00
Check val.	0,0	-0,00	0,0
Precision	3,30036e-016	1,32349e-031	

OPCIÓN 4

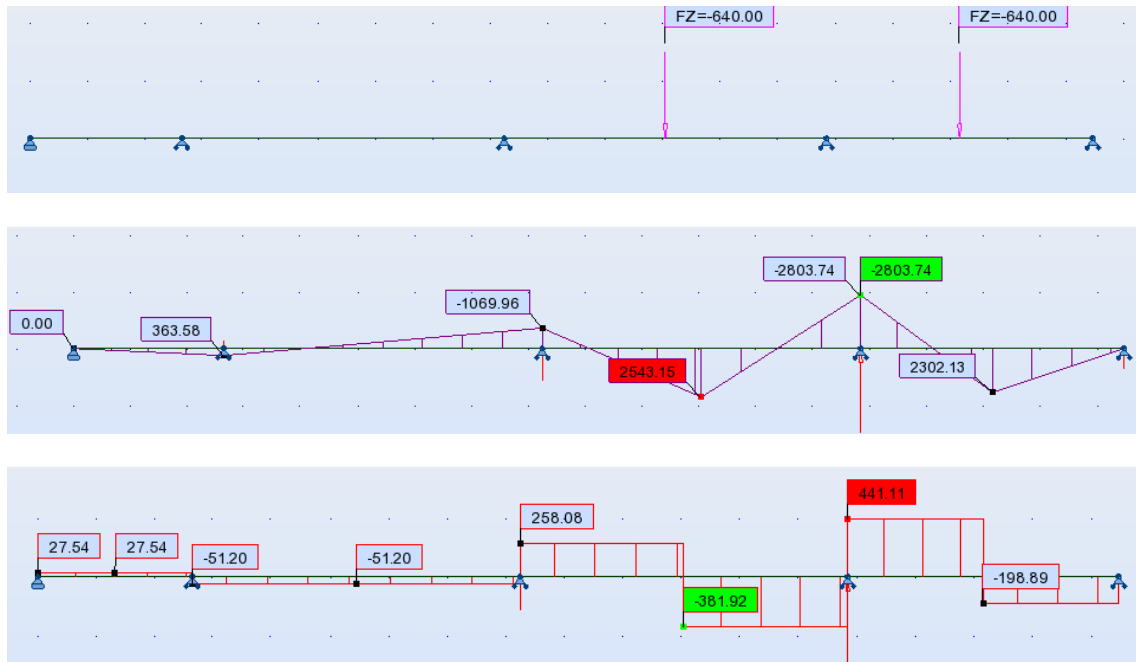


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 4	0,0	-148,82	-0,00
11/ 4	0,0	276,79	-0,00
12/ 4	0,0	365,41	0,00
13/ 4	0,0	505,46	0,00
14/ 4	0,0	281,17	-0,00
Case 4	DL4		
Sum of val.	0,0	1280,00	0,00
Sum of reac.	0,0	1280,00	-69104,00
Sum of forc.	0,0	-1280,00	69104,00
Check val.	0,0	0,0	0,0
Precision	2,27374e-016	0,0	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

OPCIÓN 5



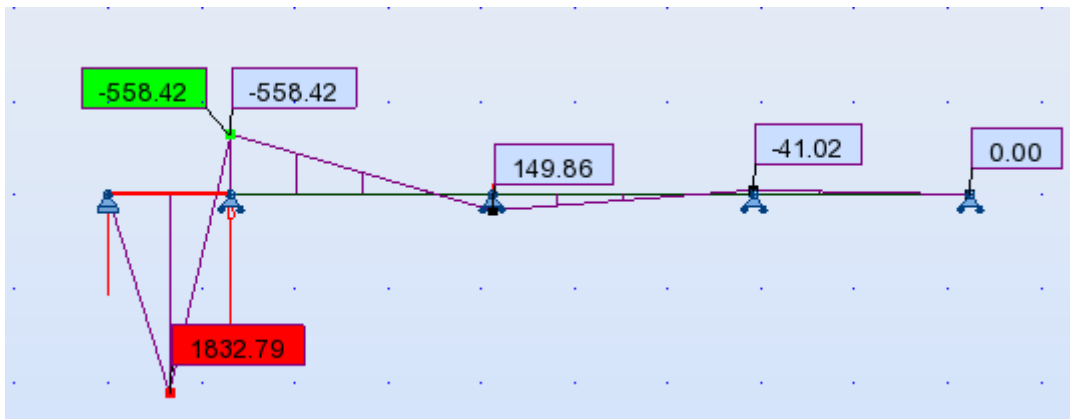
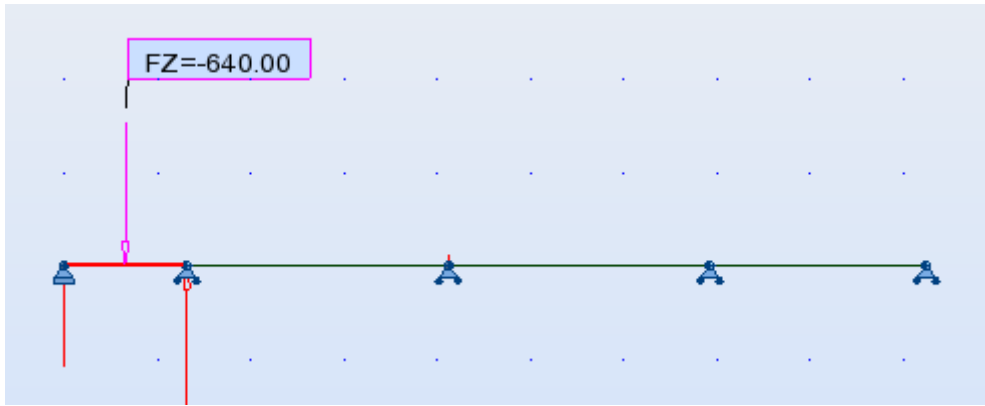
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 5	0,0	27,54	0,00
11/ 5	0,0	198,89	0,00
12/ 5	0,0	823,03	-0,00
13/ 5	0,0	-78,74	0,0
14/ 5	0,0	309,28	0,00
Case 5	DL5		
Sum of val.	0,0	1280,00	0,00
Sum of reac.	0,0	1280,00	-87024,00
Sum of forc.	0,0	-1280,00	87024,00
Check val.	0,0	0,0	-0,00
Precision	2,82894e-016	2,93199e-032	

OPCIÓN 6

Cabe destacar que, al igual que en el caso con la carga uniformemente distribuida del LM1, en este caso, a partir del caso 6 solo se considerará el efecto de un vano cargado sobre los esfuerzos de la estructura para poder tener los valores de dichos esfuerzos para las combinaciones de cargas del grupo de carga número 5 en el que el LM3 (valor característico) actúa simultáneamente con LM1 a una distancia de 25m, tal y como se especifica en el Anejo A2 del Eurocódigo 0.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

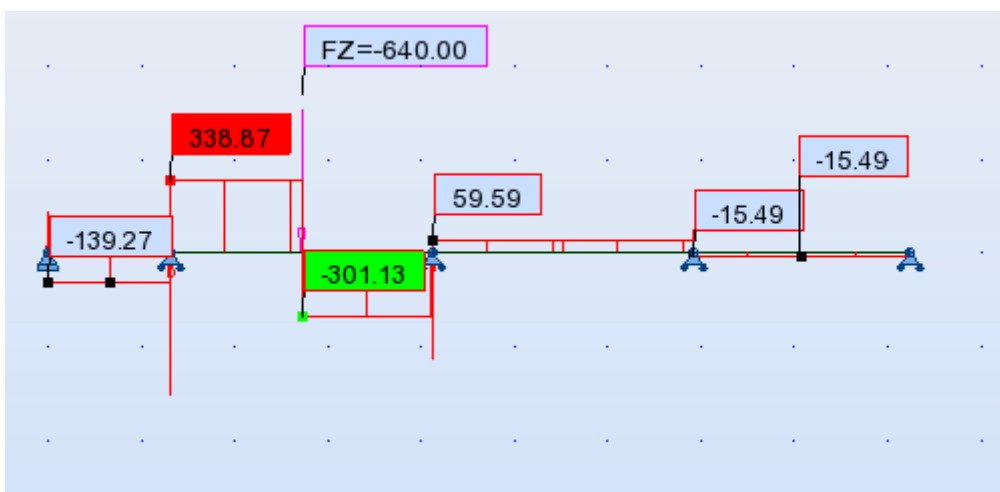
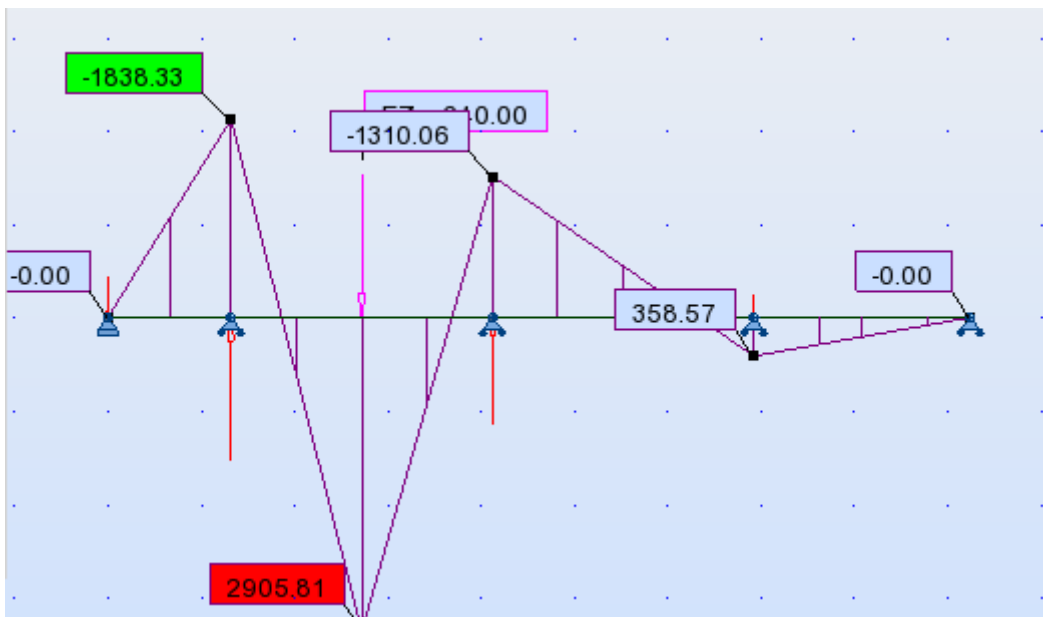
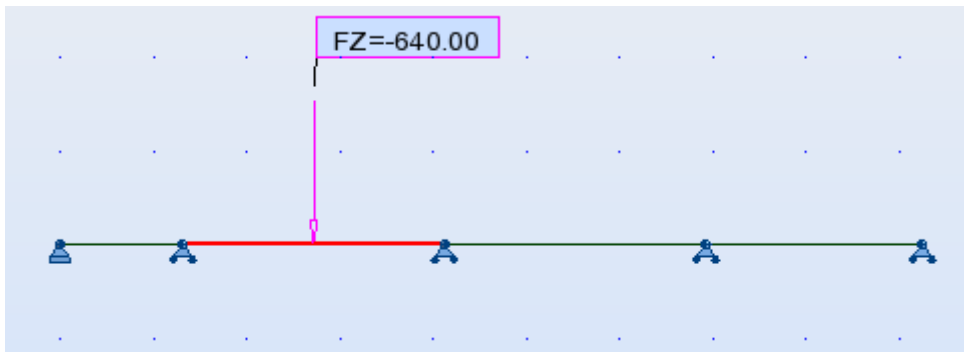


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 11	0,0	277,70	0,00
11/ 11	0,0	-1,77	-0,00
12/ 11	0,0	8,59	-0,00
13/ 11	0,0	387,60	-0,00
14/ 11	0,0	-32,11	0,00
Case 11	DL11		
Sum of val.	0,0	640,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	640,00	-4224,00
Sum of forc.	0,0	-640,00	4224,00
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,72848e-016	1,32349e-031	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

OPCION 7

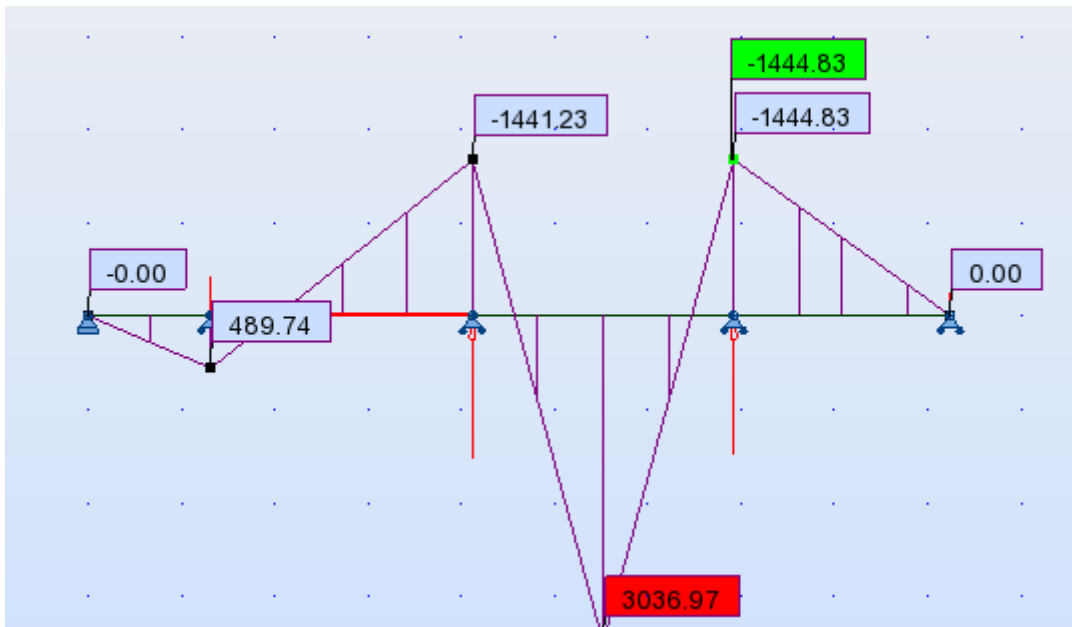
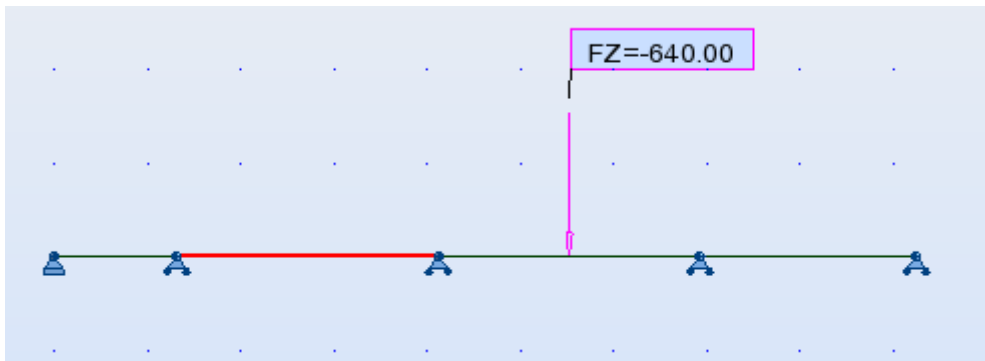


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

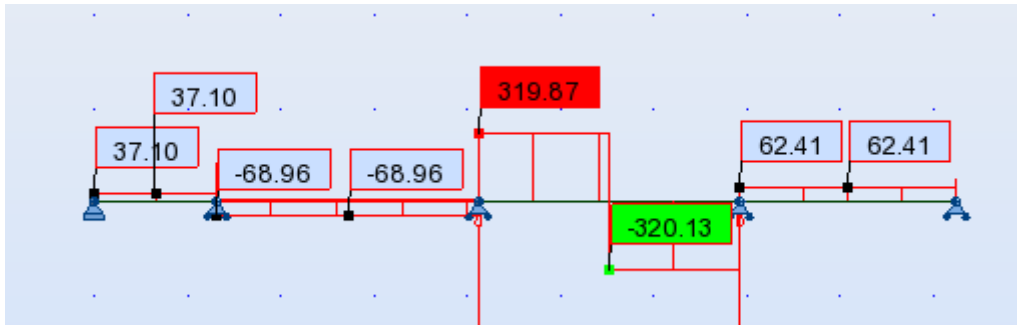
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 12	0,0	-139,27	-0,00
11/ 12	0,0	15,49	0,00
12/ 12	0,0	-75,08	0,00
13/ 12	0,0	478,13	0,00
14/ 12	0,0	360,73	-0,00
Case 12			
DL12			
Sum of val.	0,0	640,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	640,00	-17408,00
Sum of forc.	0,0	-640,00	17408,00
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	1,81899e-016	1,32349e-031	

OPCION 8



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



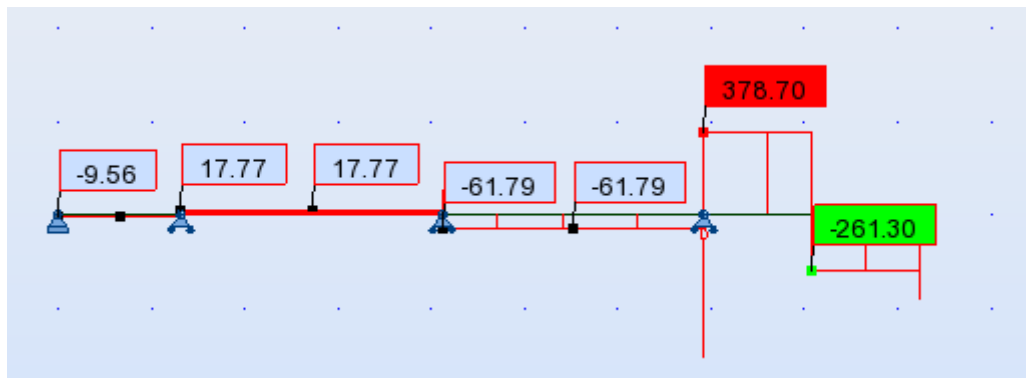
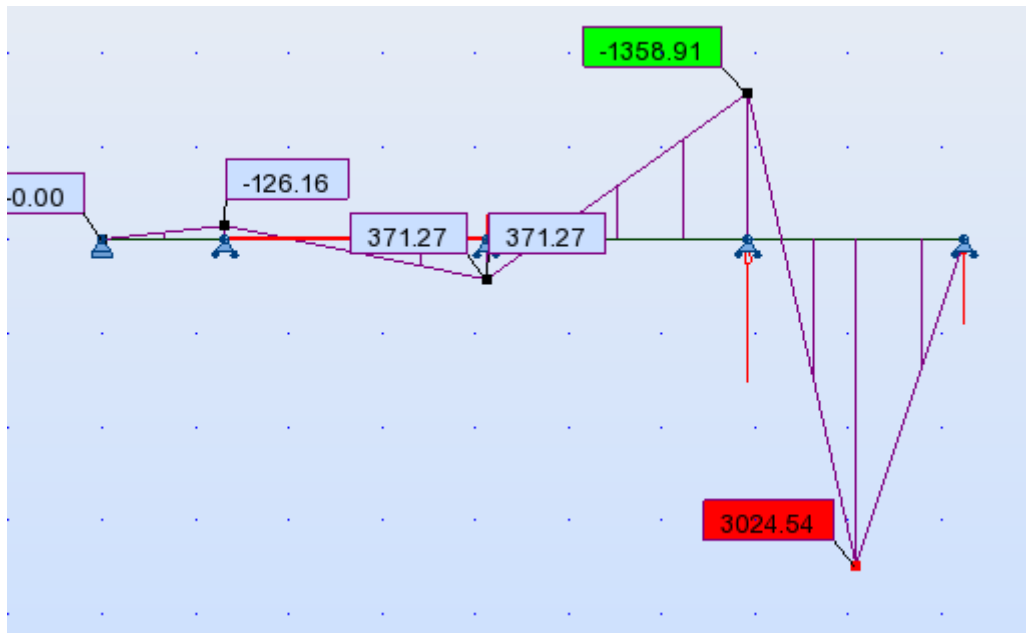
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 13	0,0	37,10	-0,00
11/ 13	0,0	-62,41	-0,00
12/ 13	0,0	382,54	-0,00
13/ 13	0,0	-106,06	-0,00
14/ 13	0,0	388,83	0,00
Case 13			
	DL13		
Sum of val.	0,0	640,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	640,00	-35328,00
Sum of forc.	0,0	-640,00	35328,00
Check val.	0,0	0,0	0,00
Precision	1,36424e-016	4,44777e-032	

OPCION 9



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 14	0,0	-9,56	-0,00
11/ 14	0,0	261,30	0,00
12/ 14	0,0	440,49	0,0
13/ 14	0,0	27,32	0,0
14/ 14	0,0	-79,56	0,00
Case 14	DL14		
Sum of val.	0,0	640,00	0,00
Sum of reac.	0,0	640,00	-51696,00
Sum of forc.	0,0	-640,00	51696,00
Check val.	0,0	-0,00	0,0
Precision	1,13687e-016	3,30872e-032	

REFERENCIAS DE LA NORMATIVA ACERCA DEL MODELO DE CARGA 2 (LM2)

Modelo de carga 2

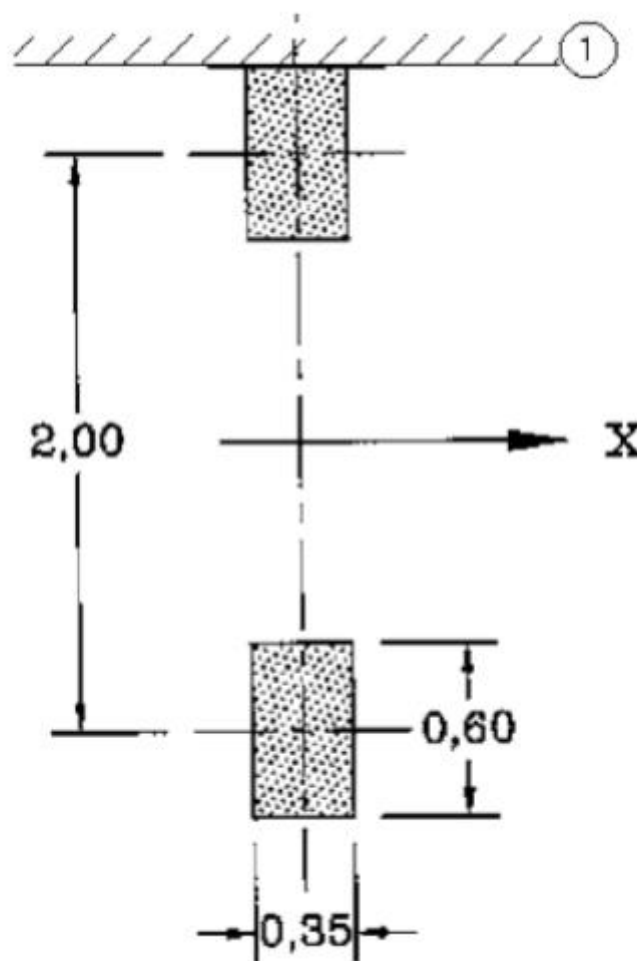
El modelo de carga 2 consiste en una única carga por eje $\beta_Q Q_{ak}$ donde Q_{ak} , igual a 400 kN, incluida la amplificación dinámica, debería aplicarse en cualquier punto de la calzada. No obstante, cuando proceda, puede considerarse sólo una rueda de $200 \beta_Q$ (kN).

Debe especificarse el valor de β_Q .

NOTA – El anexo nacional puede proporcionar el valor de β_Q . Se recomienda que $\beta_Q = \alpha_{Q1}$.

Debería aplicarse un factor adicional de amplificación dinámica en las proximidades de las juntas de dilatación igual al definido en el punto (6) del apartado 4.6.1.

la superficie de contacto de cada rueda debería considerarse rectangular, de lados 0,35 m y 0,60 m (véase la figura 4.3).



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Leyenda

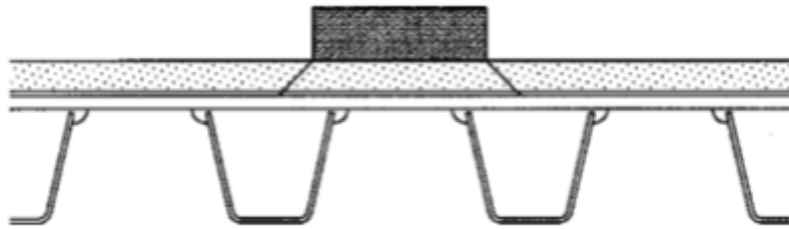
X Dirección del eje longitudinal del puente

1 Bordillo de la acera

Fig. 4.3 – Modelo de carga 2

NOTA 1 – Las áreas de contacto de los modelos 1 y 2 son diferentes, y corresponden a diferentes modelos de rueda, disposiciones de las mismas y distribuciones de presión. Las áreas de contacto del modelo 2 corresponden a ruedas gemelas, son normalmente relevantes para tableros ortótropos.

NOTA 2 – En aras de la simplicidad, el anexo nacional puede adoptar la misma superficie de contacto cuadrada para las ruedas de los modelos de carga 1 y 2.



Dispersión de la carga

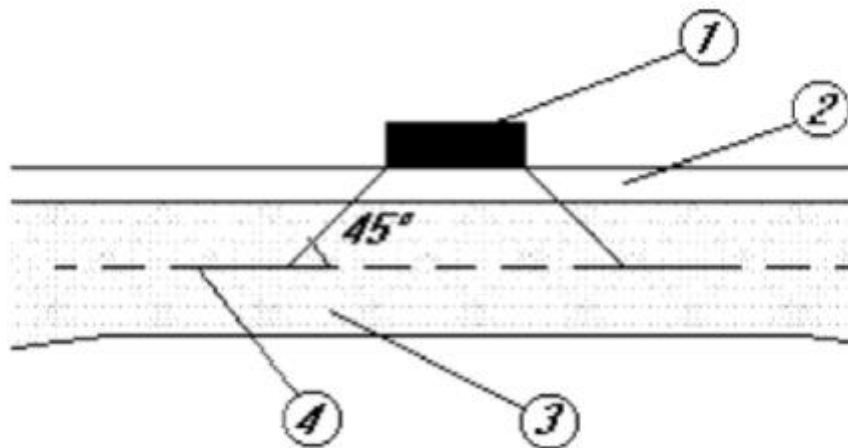
Los modelos de carga 1 y 2 consideran diversas cargas concentradas para verificaciones locales que deberían considerarse uniformemente distribuidas en toda la superficie de contacto.

La distribución a través del pavimento y losas de hormigón debería considerarse como una dispersión hacia abajo en profundidad con proporción de 1 horizontal por 1 vertical hasta el nivel del centro de la losa (véase la figura 4.4).

NOTA – En caso de dispersión a través del sustrato o tierra, véanse las NOTAS del apartado 4.9.1.

- Distribución de las cargas concentradas

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Leyenda

- 1 Presión de contacto de la rueda
- 2 Pavimento
- 3 Losa de hormigón
- 4 Superficie media de la losa de hormigón

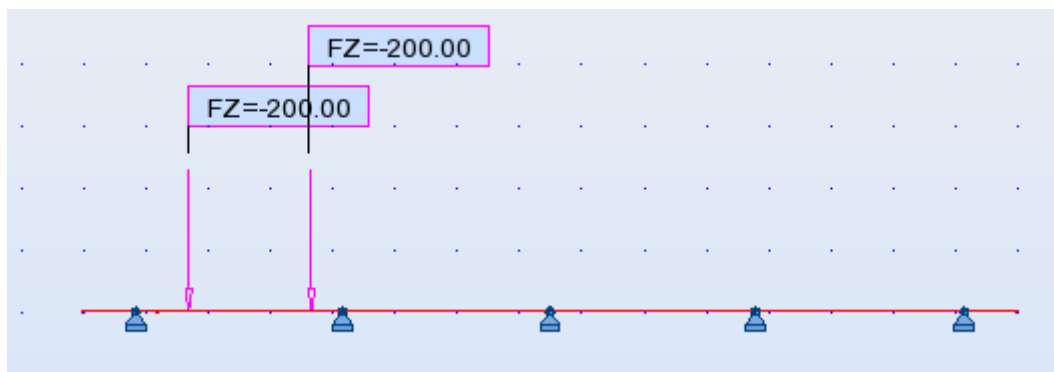
Fig. 4.4 – Dispersión de cargas concentradas a través del pavimento y de una losa de hormigón

La distribución por el pavimento y plataformas ortótropas debería considerarse como una dispersión hacia abajo en profundidad con proporción de 1 horizontal por 1 vertical hasta el nivel del plano medio de la placa superior estructural (véase la figura 4.5).

NOTA – No se considera la distribución transversal de la carga a lo largo de los nervios del tablero ortótropo.

CALCULO ACCIONES LOAD MODEL 2 solo para verificaciones locales: elementos cortos.

OPCION 1: Carga centrada en el primer tramo entre vigas.

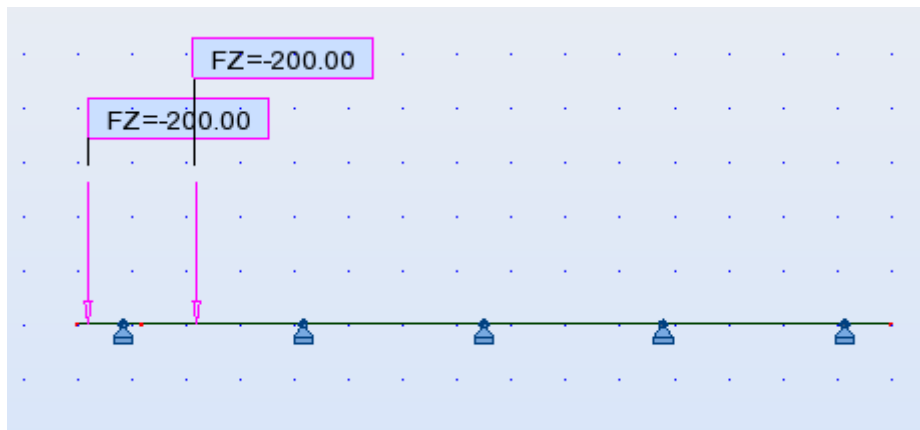


REACTIONS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 2	0,0	153,45	0,00
4/ 2	0,0	278,73	0,00
5/ 2	0,0	-40,74	0,00
6/ 2	0,0	10,23	0,00
7/ 2	0,0	-1,68	0,00
Case 2			
DL2			
Sum of val.	0,0	400,00	0,00
Sum of reac.	0,0	400,00	-1074,00
Sum of forc.	0,0	-400,00	1074,00
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	9,18875e-015	4,87891e-029	

OPCIÓN 2: Carga aplicada en el extremo izquierdo de la sección transversal

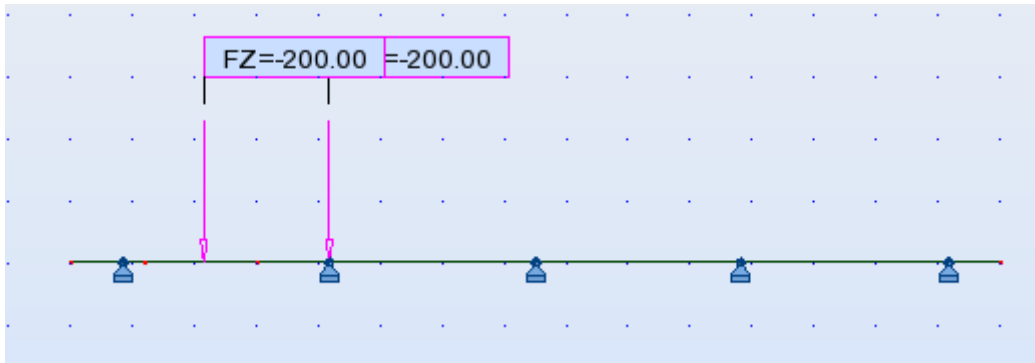


REACTIONS

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 2	0,0	100,51	-0,00
4/ 2	0,0	122,44	0,00
5/ 2	0,0	-29,06	0,0
6/ 2	0,0	7,30	0,00
7/ 2	0,0	-1,20	0,00
Case 2			
DL2			
Sum of val.	0,0	200,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	200,00	-440,00
Sum of forc.	0,0	-200,00	440,00
Check val.	0,0	-0,00	-0,00
Precision	3,72529e-014	1,14961e-027	

OPCIÓN 3: Una de las cargas del eje aplicada directamente al apoyo y la otra carga correspondiente al otro neumático a una distancia de 2m a la izquierda.

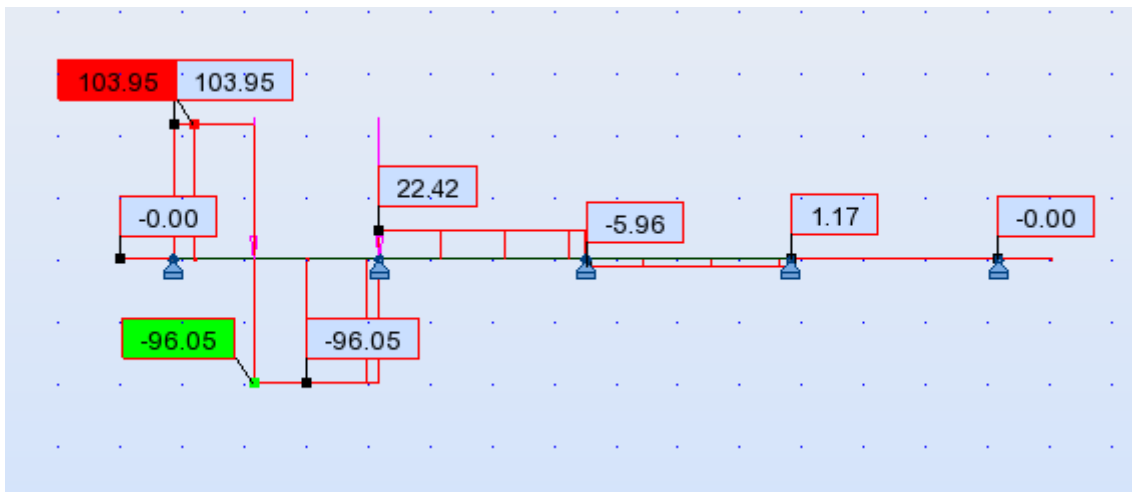
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

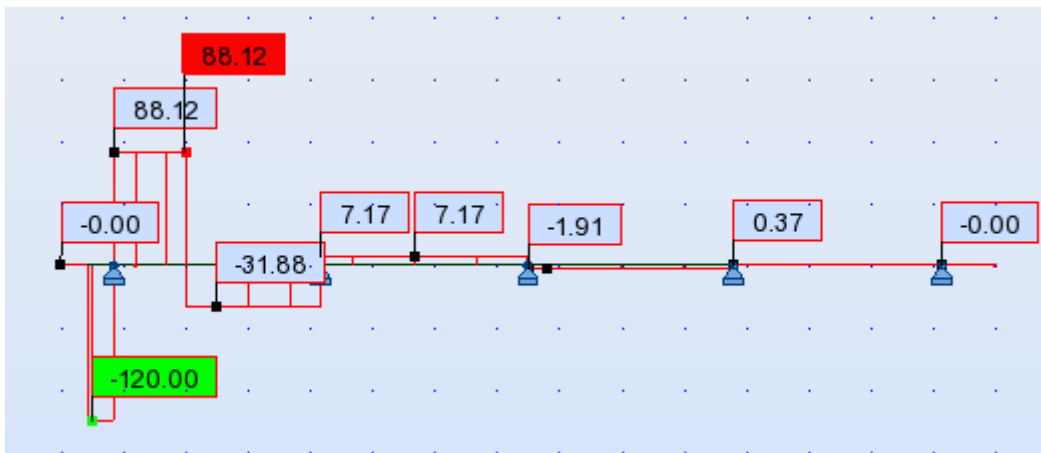
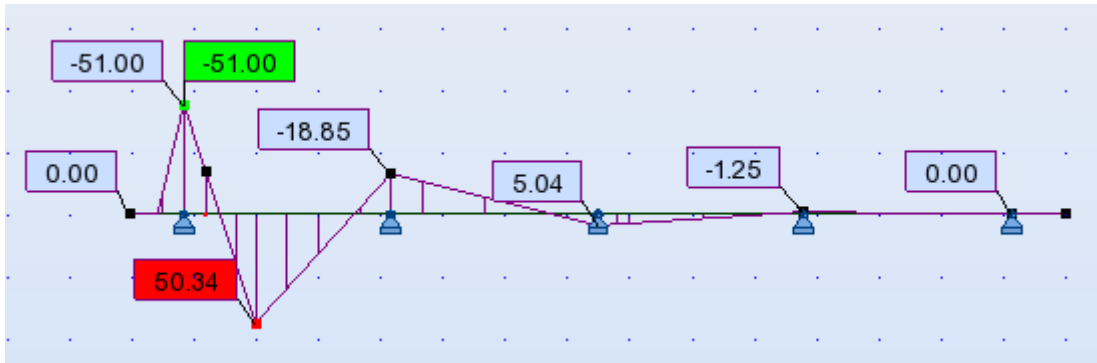
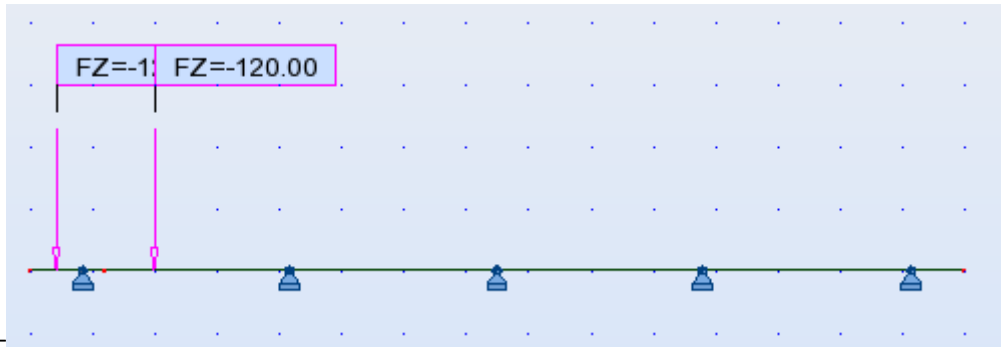
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 5	0,0	103,95	0,00
4/ 5	0,0	318,47	-0,00
5/ 5	0,0	-28,38	0,0
6/ 5	0,0	7,13	0,00
7/ 5	0,0	-1,17	0,00
Case 5			
DL5			
Sum of val.	0,0	400,00	0,00
Sum of reac.	0,0	400,00	-1264,00
Sum of forc.	0,0	-400,00	1264,00
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	4,24958e-011	4,19982e-024	

Esfuerzos cortantes



ensalzará un caso en el que el vehículo especial estará limitado a un vehículo de 2400 KN con un total de 12 ejes longitudinales de carga de 240 KN (80 por rueda) y 1,50 m de separación entre ejes longitudinales cubriendo un carril de 4,50 m de ancho.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



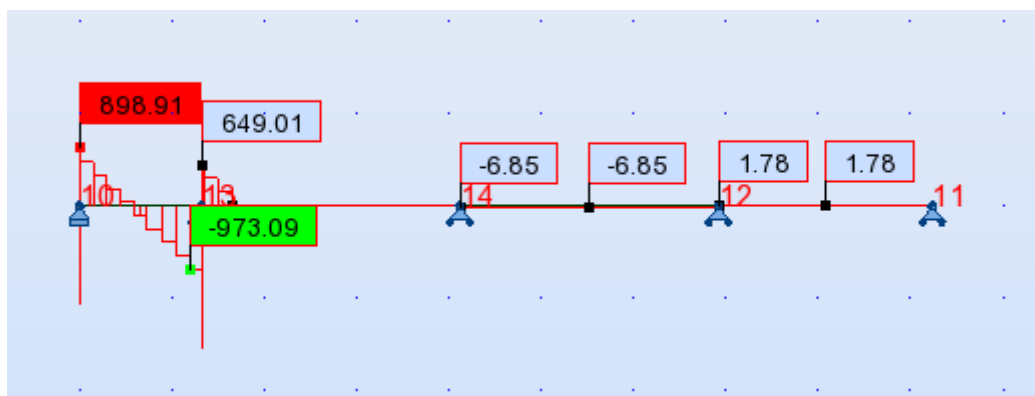
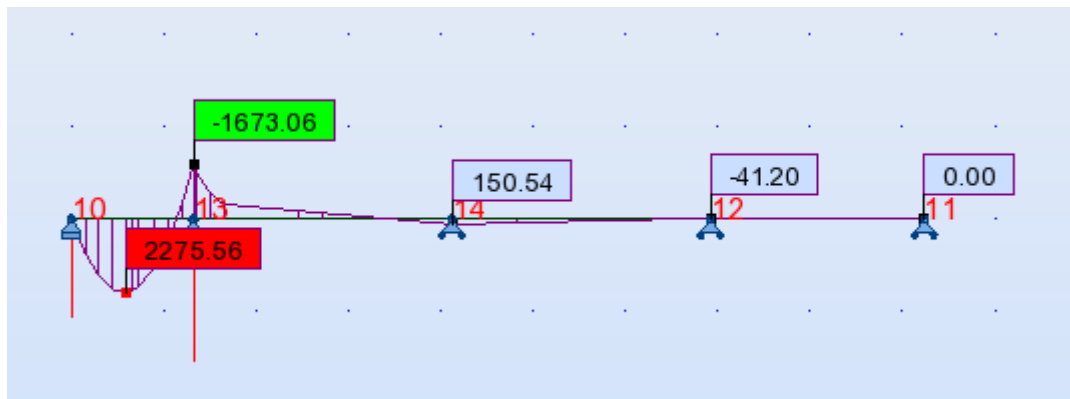
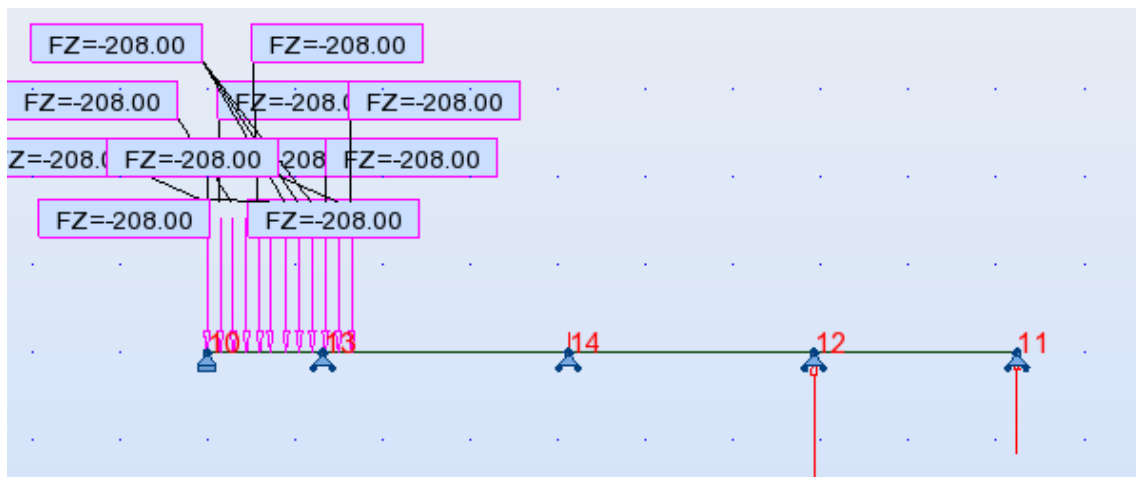
REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 5	0,0	208,12	-0,00
4/ 5	0,0	39,06	0,00
5/ 5	0,0	-9,08	-0,00
6/ 5	0,0	2,28	0,00
7/ 5	0,0	-0,37	-0,00
Case 5	DL5		
Sum of val.	0,0	240,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	240,00	-291,00
Sum of forc.	0,0	-240,00	291,00
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	6,48870e-014	6,72577e-029	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

APLICADO A LA ESTRUCTURA LONGITUDINAL 1:

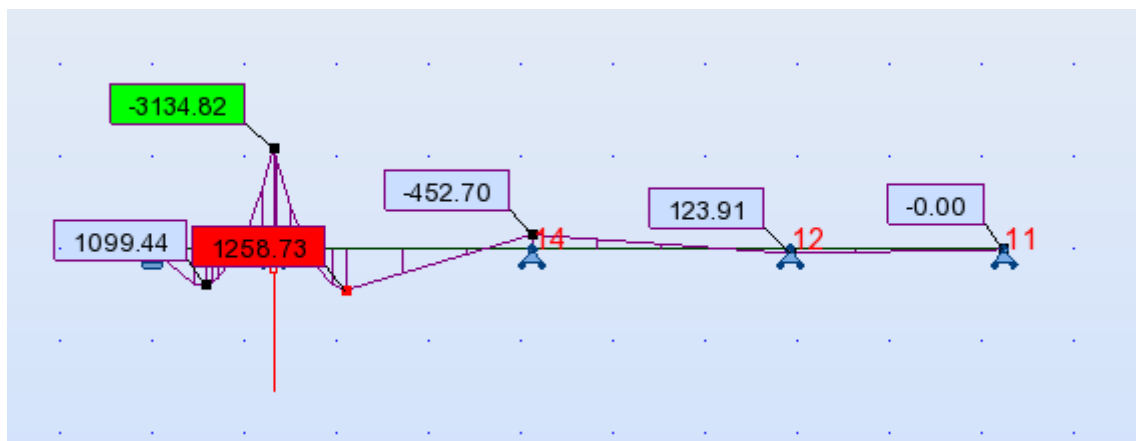
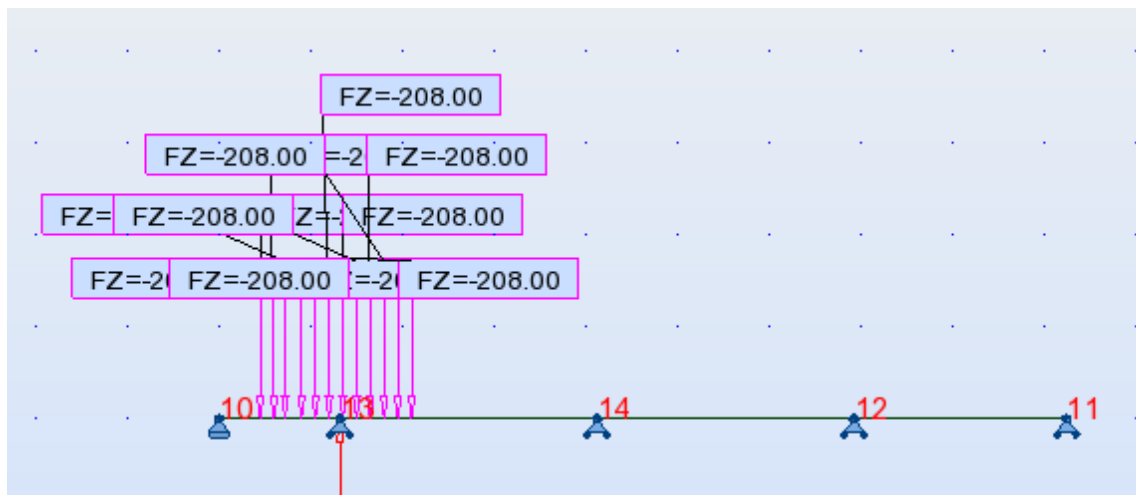
Para realizar el análisis de los esfuerzos producidos por un vehículo especial de las características anteriormente citadas, definidas en las bases de licitación de este proyecto se procederá del siguiente modo. La reacción que produce cada uno de los ejes longitudinales del vehículo será tomado como la fuerza total a resistir por el elemento en estudio (la viga del extremo izquierdo) y serán colocados todos los ejes en diferentes zonas para ver los diagramas y reacciones que producen sobre la estructura longitudinal. Para ello se ha ido desplazando dicha carga a lo largo de todo el puente cada 4,5 m. La envolvente será obtenida a partir de los diagramas de esfuerzos de la carga desplazada, cojiendo como valores característicos los que produzcan los esfuerzos más desfavorables sobre los diferentes elementos de la estructura.



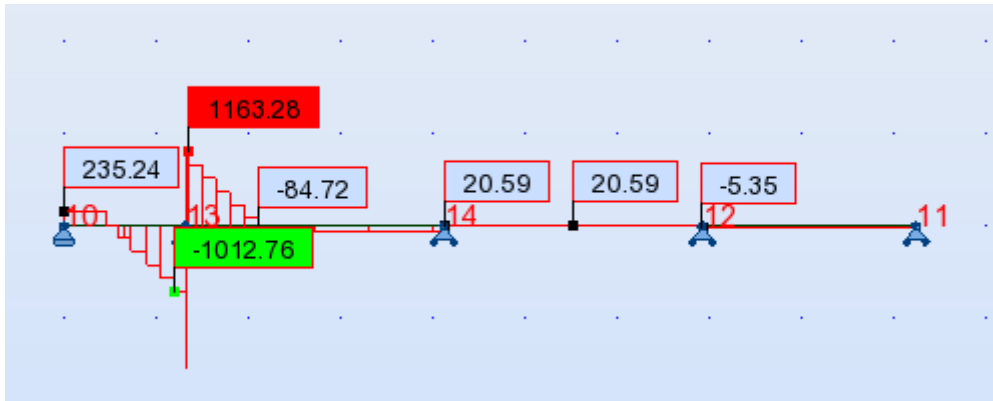
REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	1106,91	0,00
11/ 6	0,0	-1,78	-0,00
12/ 6	0,0	8,63	-0,00
13/ 6	0,0	1622,10	0,00
14/ 6	0,0	-31,86	0,00
Case 6			
LM2			
Sum of val.	0,0	2704,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2704,00	-20531,68
Sum of forc.	0,0	-2704,00	20531,68
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	5,73296e-011	1,19927e-021	

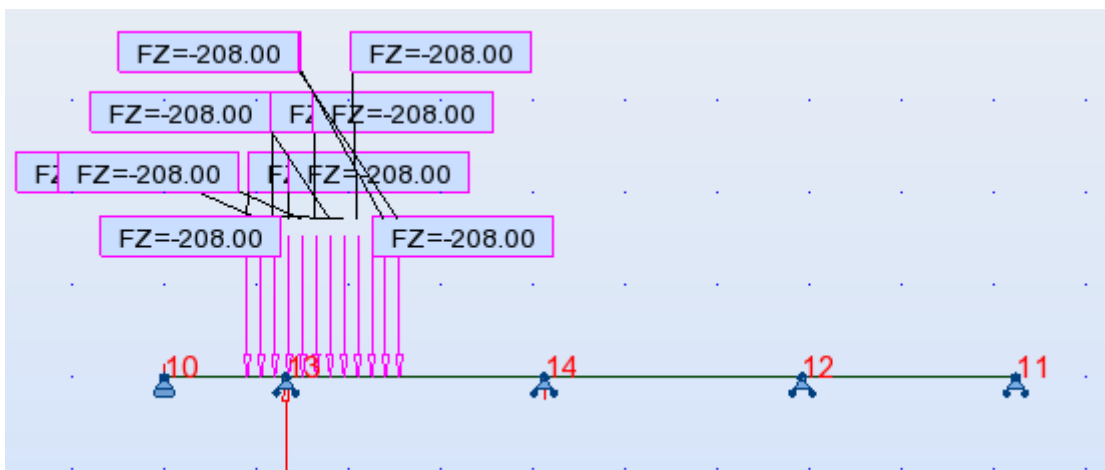


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

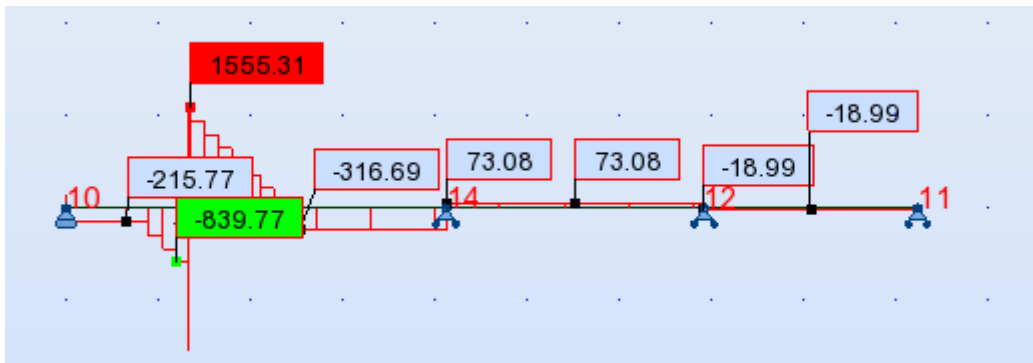
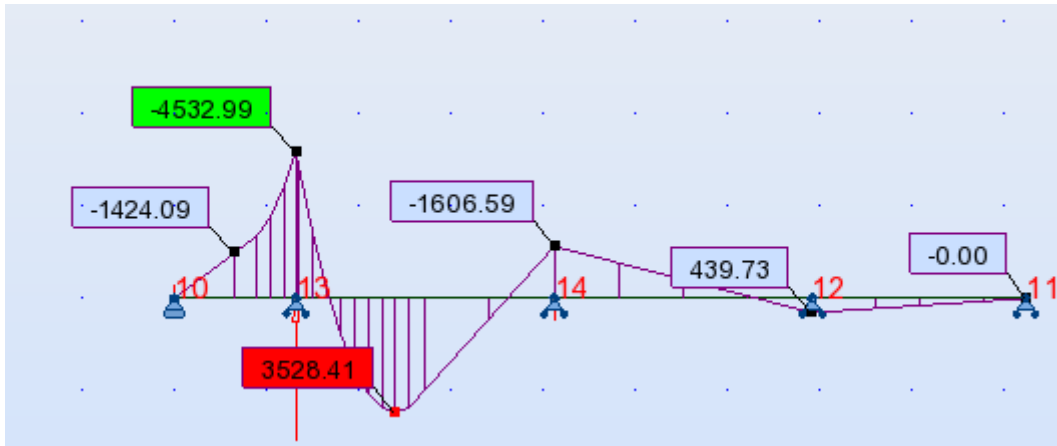


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	235,24	0,00
11/ 6	0,0	5,35	0,00
12/ 6	0,0	-25,95	-0,00
13/ 6	0,0	2176,03	0,00
14/ 6	0,0	105,32	0,0
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-31761,60
Sum of forc.	0,0	-2496,00	31761,60
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	4,10871e-014	4,73919e-027	



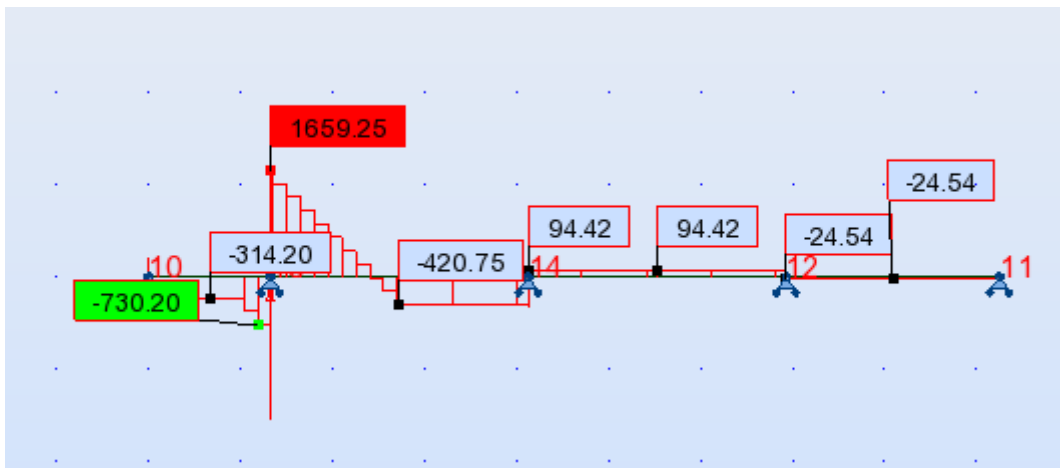
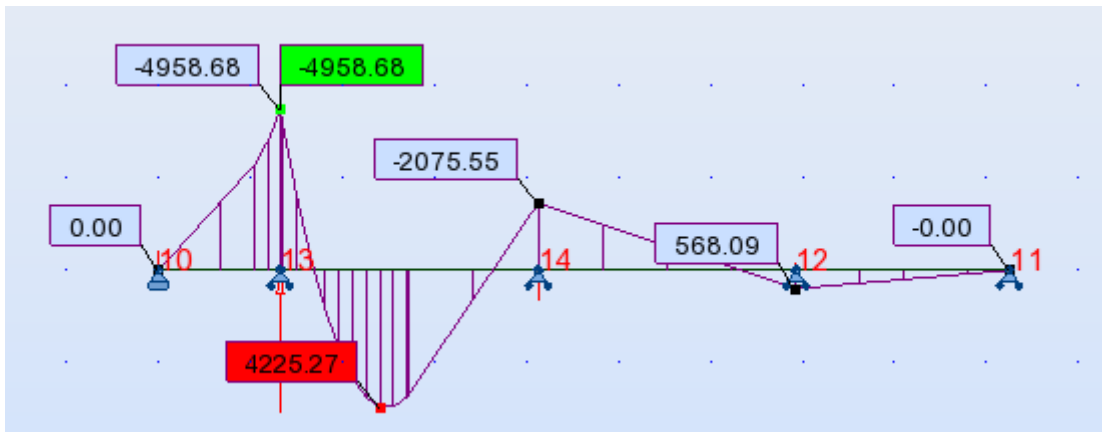
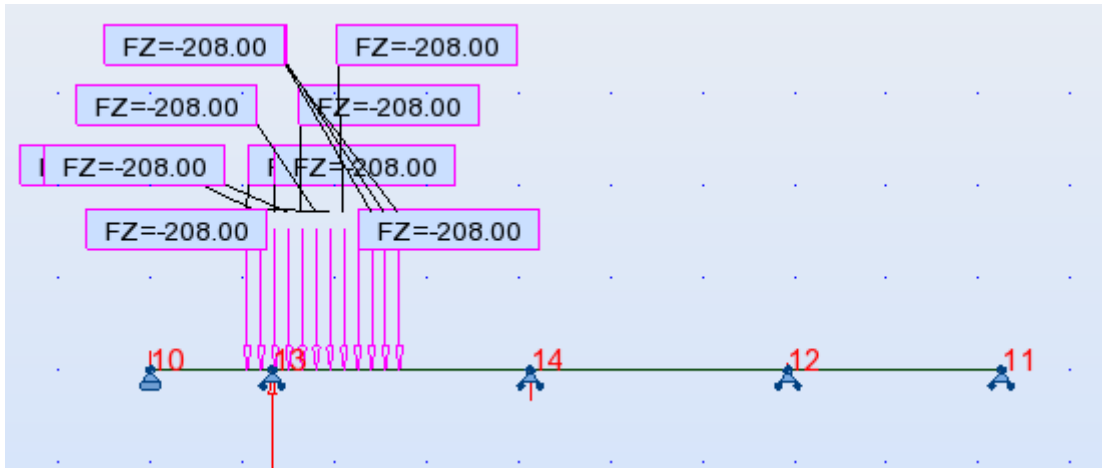
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-215,77	0,0
11/ 6	0,0	18,99	0,00
12/ 6	0,0	-92,08	0,00
13/ 6	0,0	2395,09	0,00
14/ 6	0,0	389,77	-0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-43056,00
Sum of forc.	0,0	-2496,00	43056,00
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	1,21320e-013	1,24738e-025	

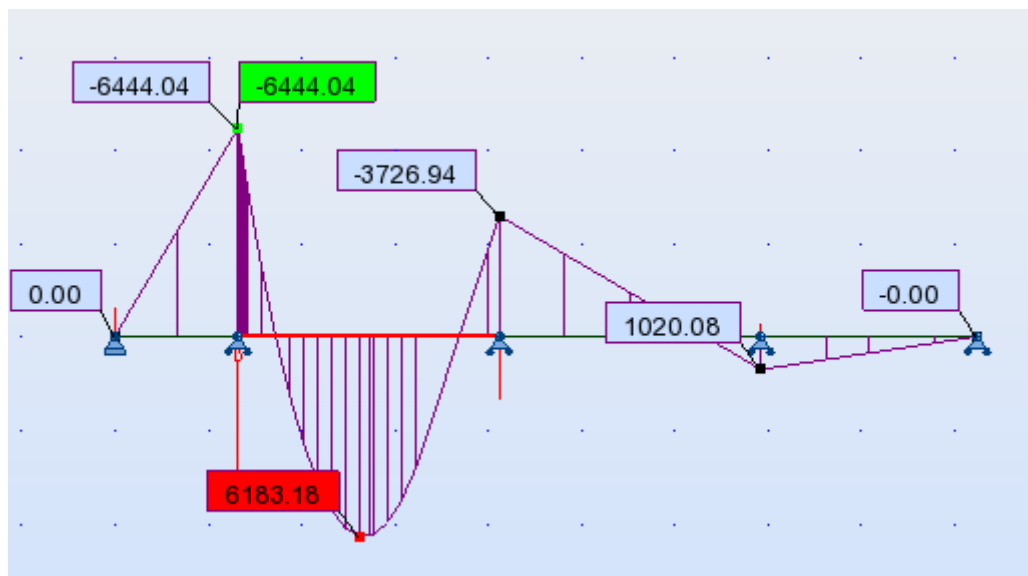
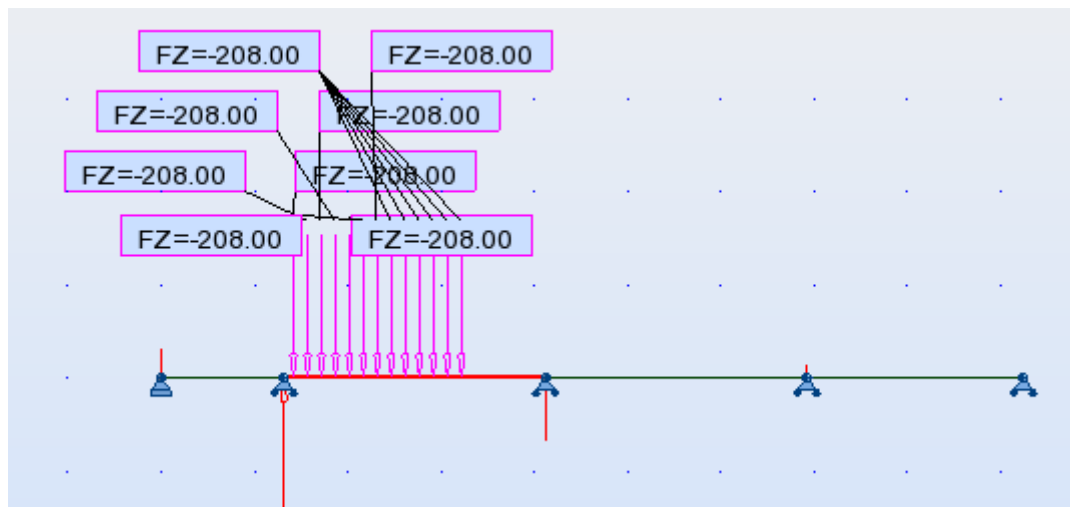
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



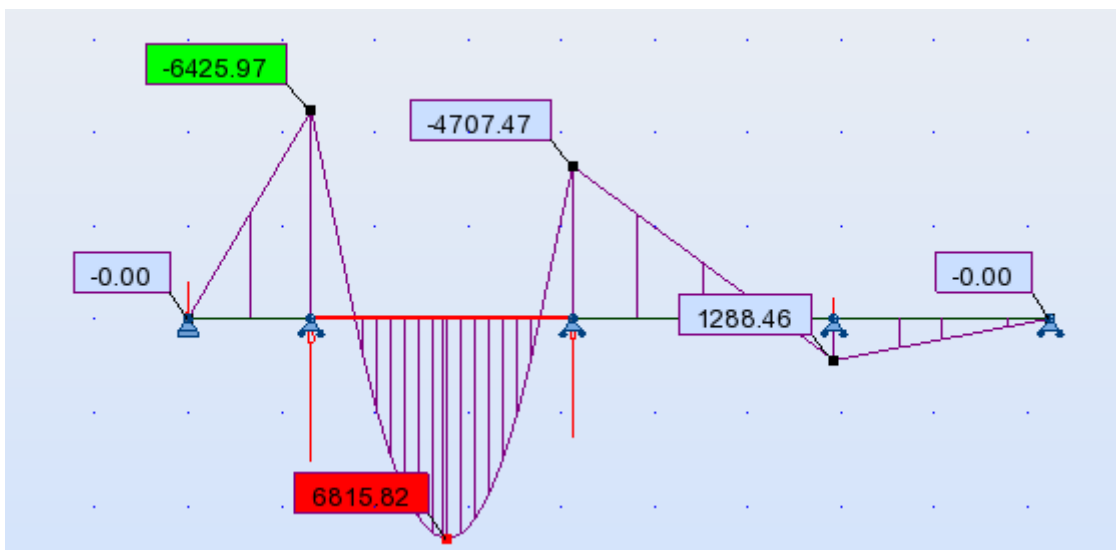
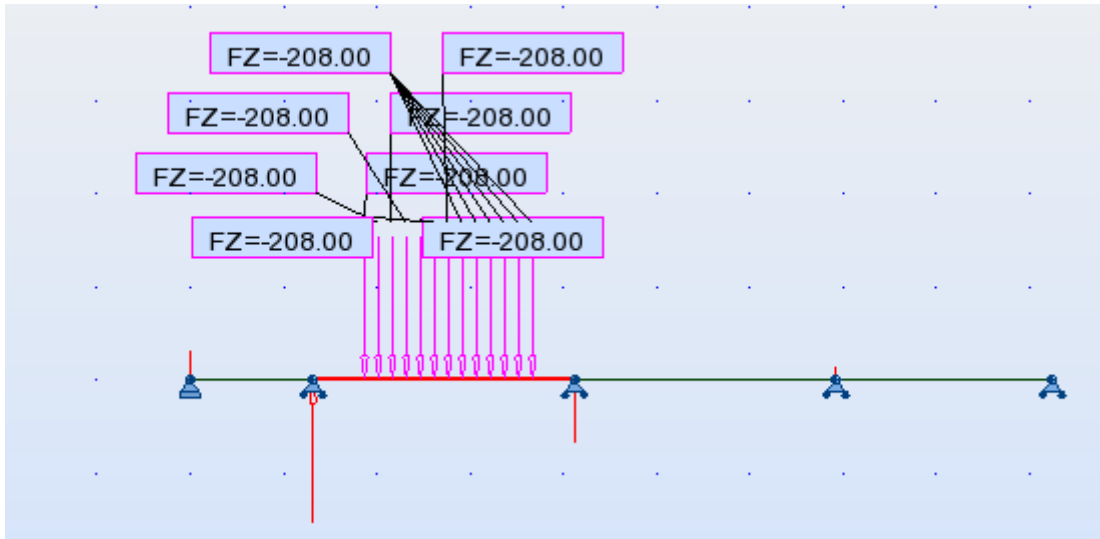
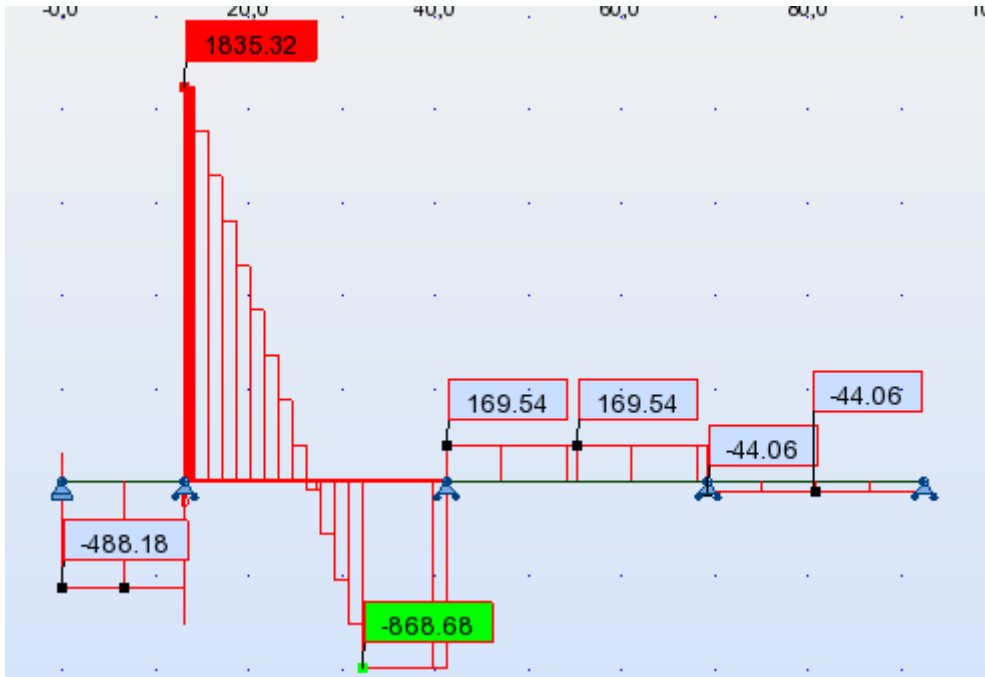
REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

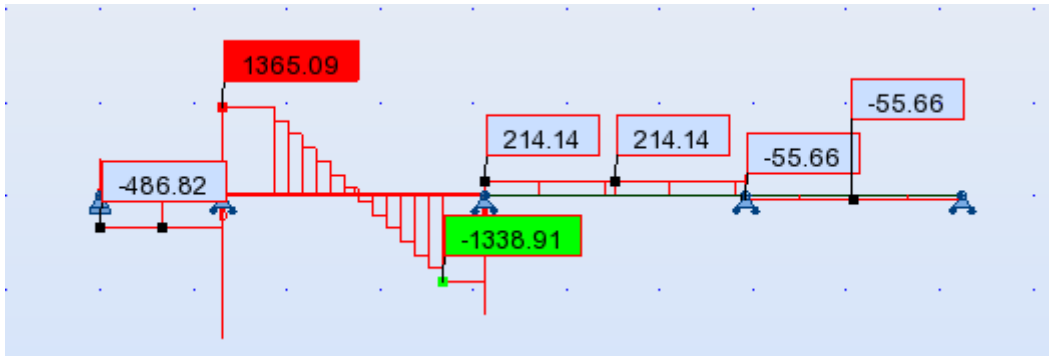
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-314,20	0,00
11/ 6	0,0	24,54	0,00
12/ 6	0,0	-118,95	0,00
13/ 6	0,0	2389,46	-0,00
14/ 6	0,0	515,16	-0,00
Case 6			
LM2			
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-46800,00
Sum of forc.	0,0	-2496,00	46800,00
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	2,82882e-011	3,34934e-022	



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

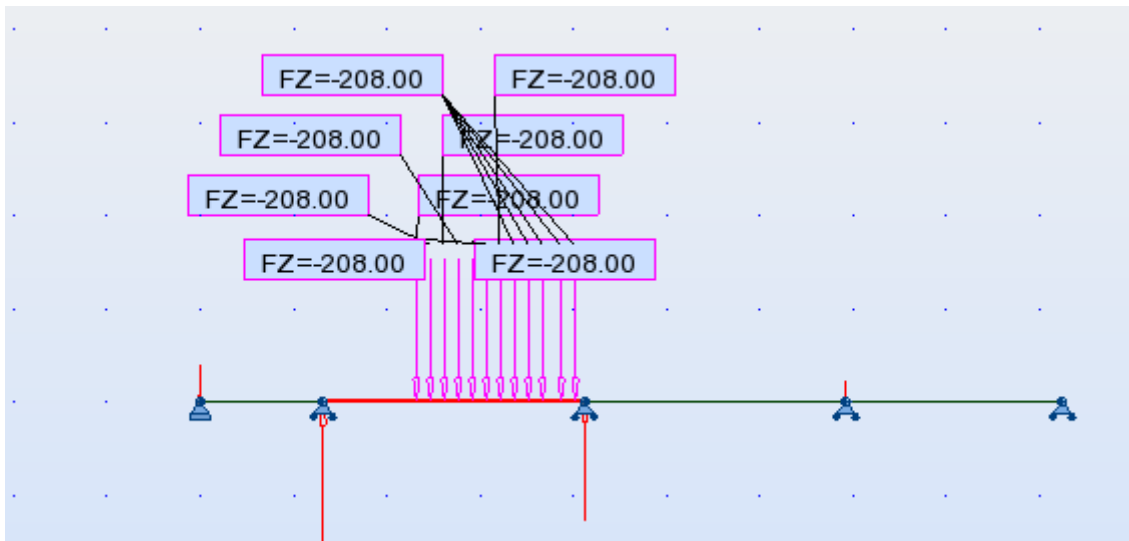


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

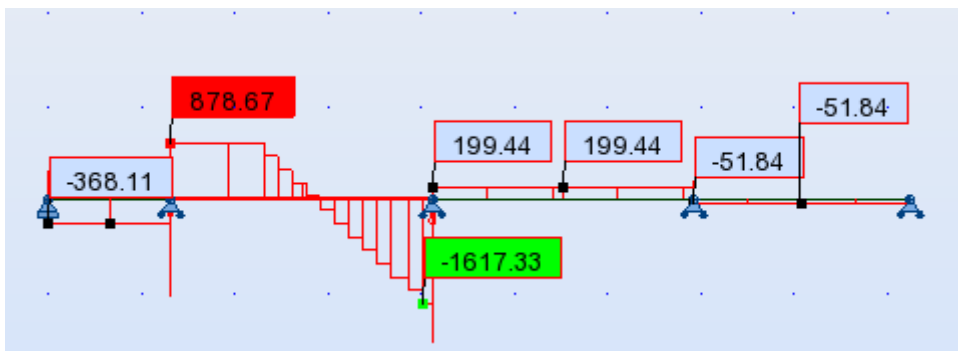
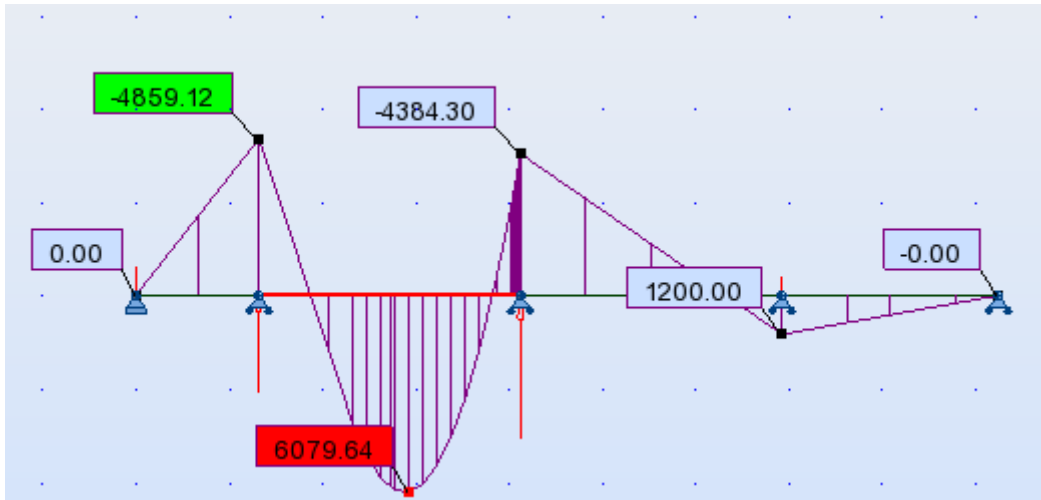


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-486,82	-0,00
11/ 6	0,0	55,66	0,00
12/ 6	0,0	-269,80	0,0
13/ 6	0,0	1851,91	0,00
14/ 6	0,0	1553,05	0,00
Case 6			
	LM2		
Sum of val.	0,0	2704,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2704,00	-74900,80
Sum of forc.	0,0	-2704,00	74900,80
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	3,64904e-012	2,79150e-025	



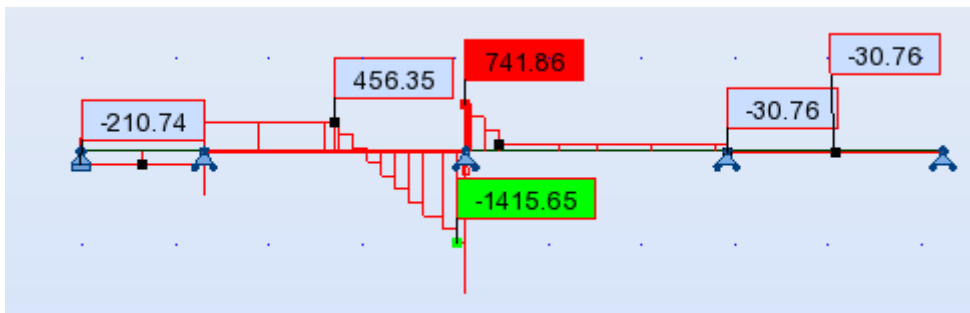
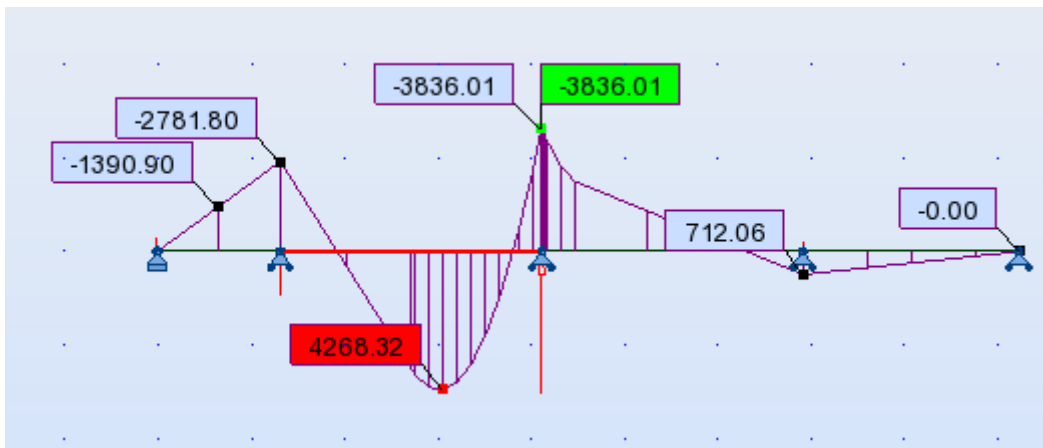
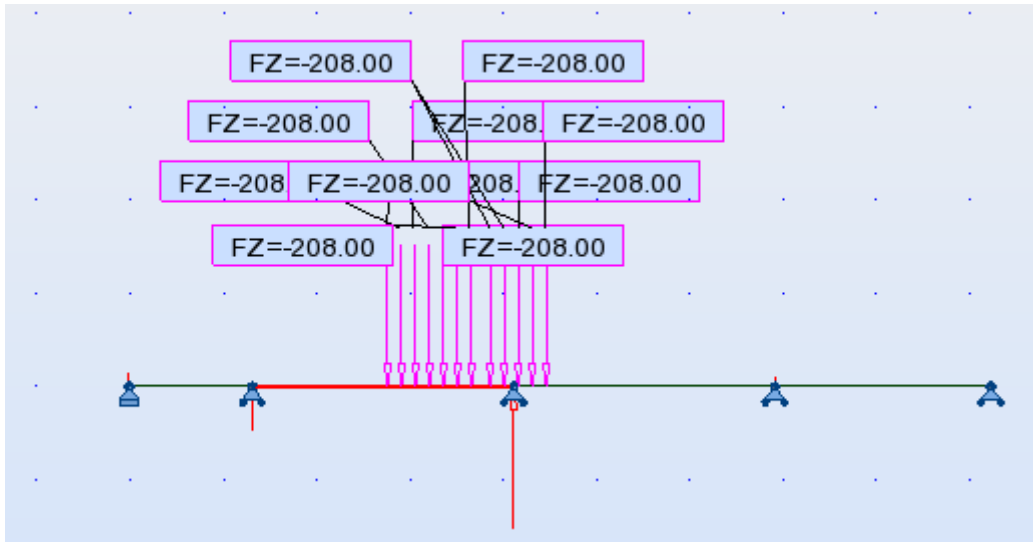
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

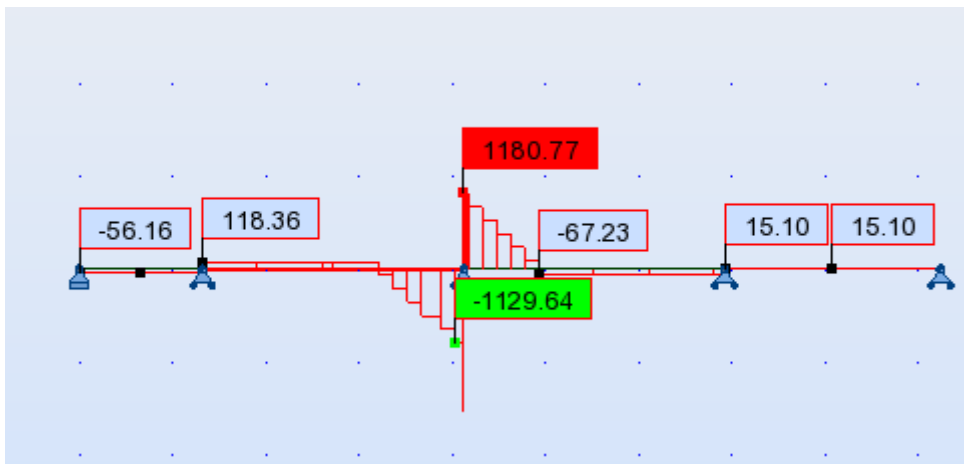
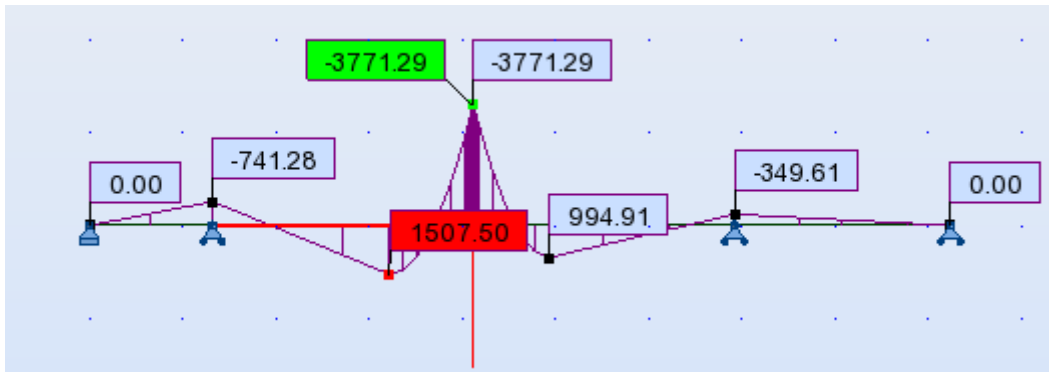
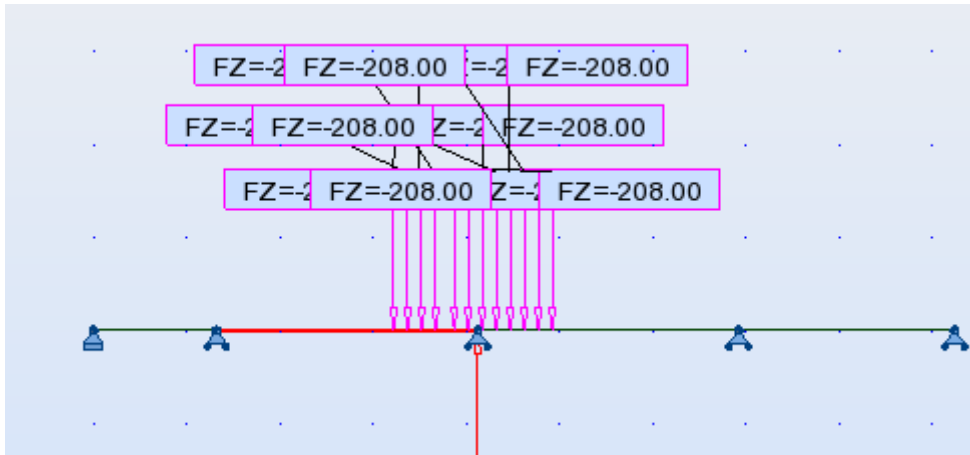
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-368,11	0,00
11/ 6	0,0	51,84	0,00
12/ 6	0,0	-251,28	0,00
13/ 6	0,0	1246,79	0,00
14/ 6	0,0	1816,77	-0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-78707,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	78707,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	3,93697e-012	2,36374e-025	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



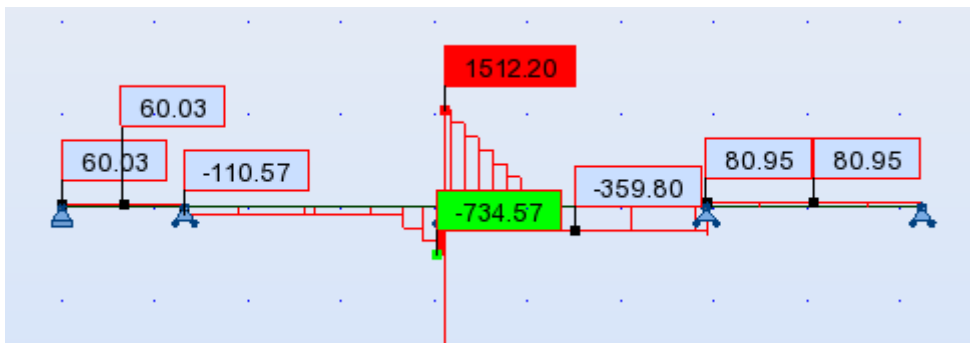
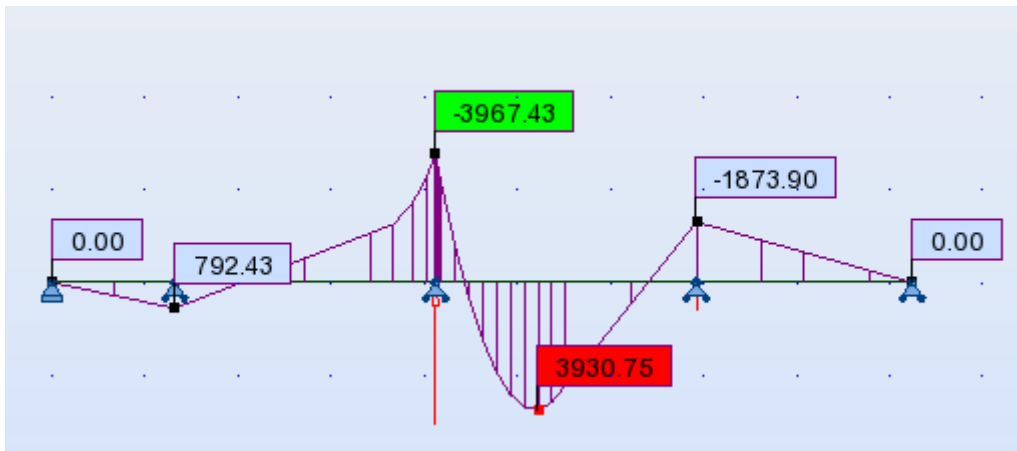
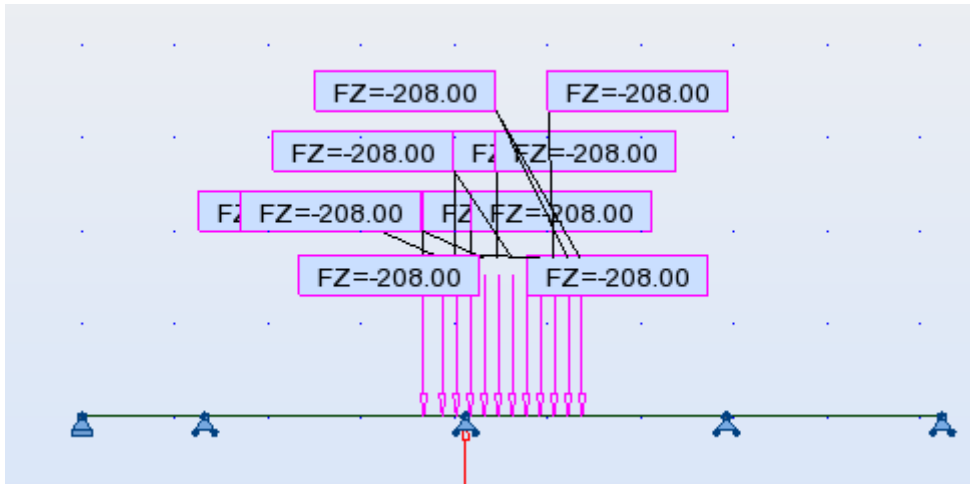
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-210,74	0,0
11/ 6	0,0	30,76	0,00
12/ 6	0,0	-148,62	0,00
13/ 6	0,0	667,09	0,00
14/ 6	0,0	2157,51	-0,00
Case 6			
	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-90251,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	90251,20
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	2,76217e-012	2,50408e-024	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-56,16	0,00
11/ 6	0,0	-15,10	-0,00
12/ 6	0,0	82,33	-0,00
13/ 6	0,0	174,51	0,0
14/ 6	0,0	2310,42	-0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-101795,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	101795,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,04805e-014	1,92854e-029	

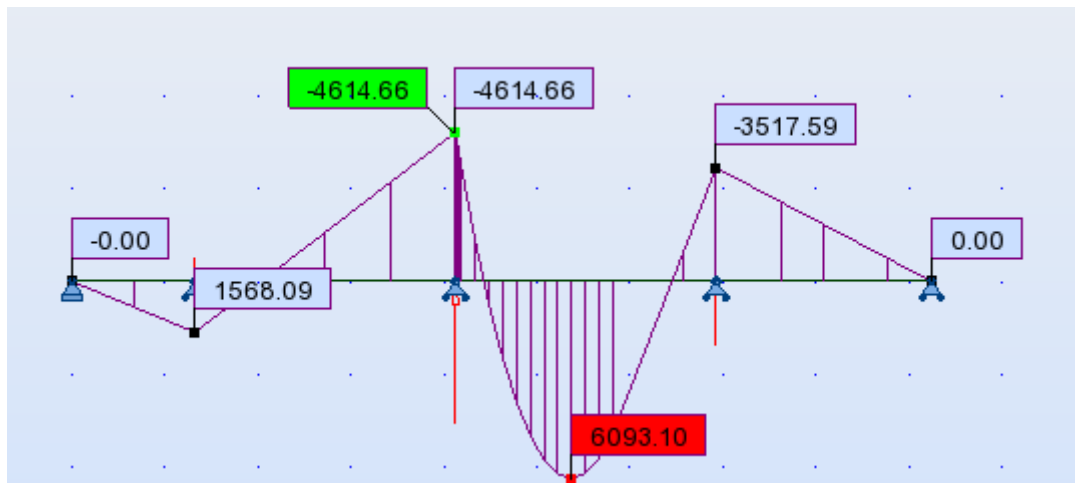
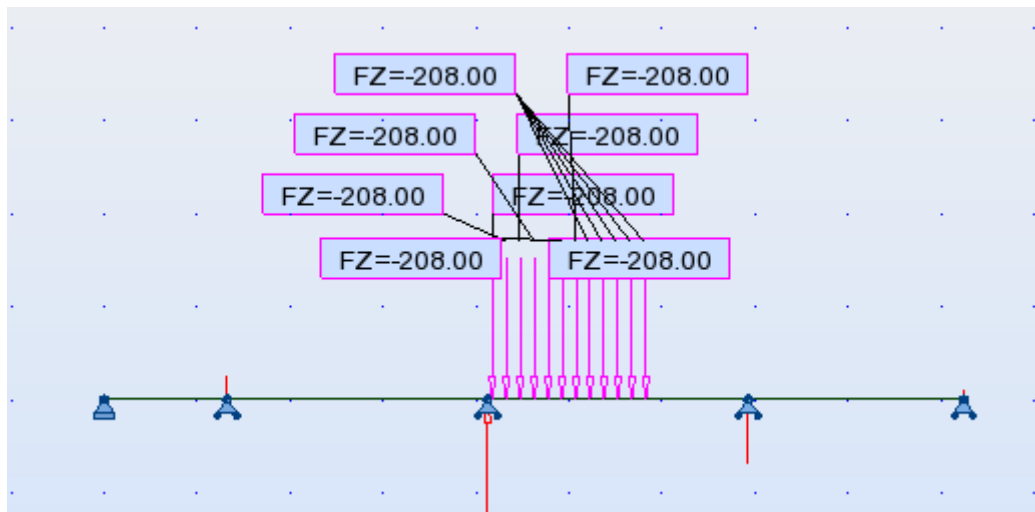
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



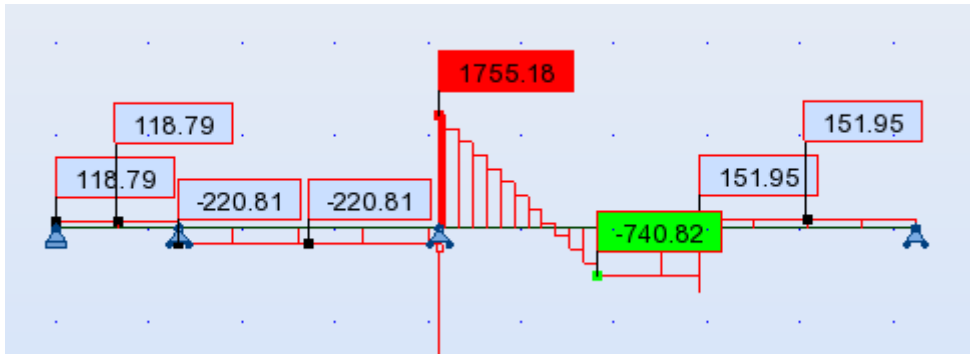
REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	60,03	0,00
11/ 6	0,0	-80,95	-0,00
12/ 6	0,0	440,75	0,00
13/ 6	0,0	-170,60	-0,00
14/ 6	0,0	2246,76	0,00
Case 6			
LM2			
Sum of val.	0,0	2496,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-113339,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	113339,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	7,95873e-014	4,69455e-026	

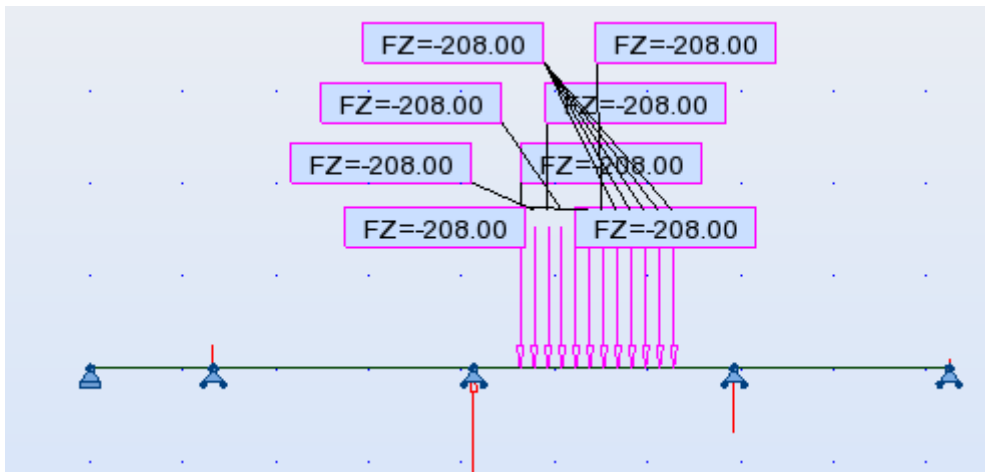


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

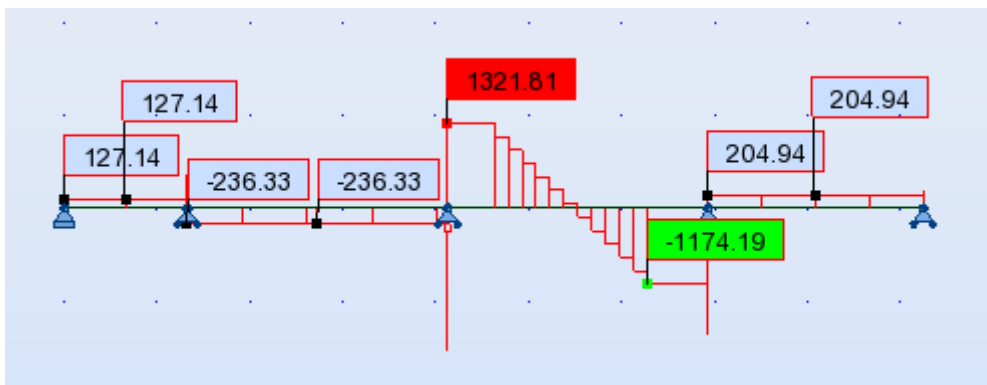
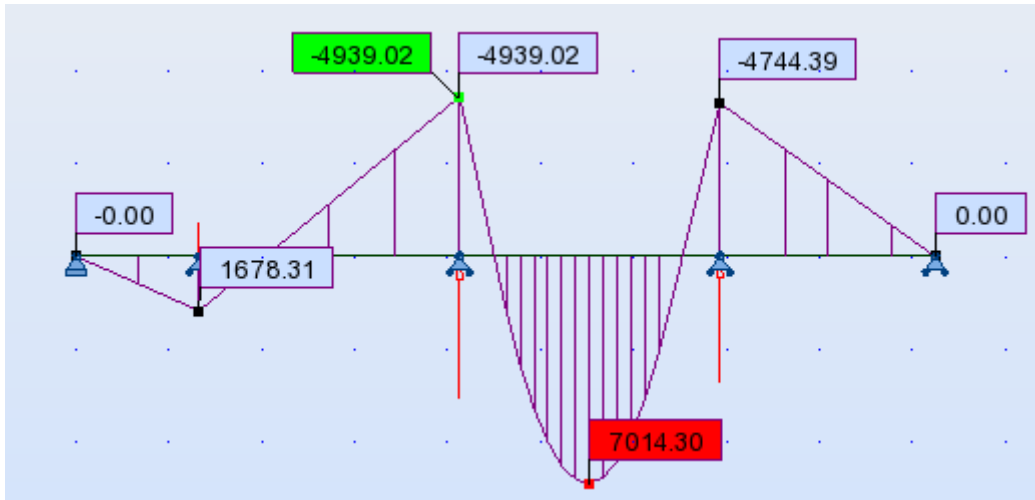


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	118,79	-0,00
11/ 6	0,0	-151,95	-0,00
12/ 6	0,0	892,77	-0,00
13/ 6	0,0	-339,61	-0,00
14/ 6	0,0	1975,99	-0,00
Case 6			
	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-124675,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	124675,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,30084e-013	2,24012e-027	



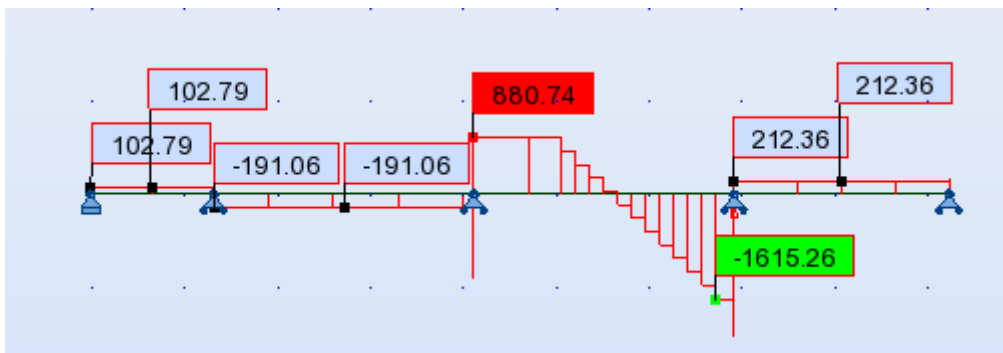
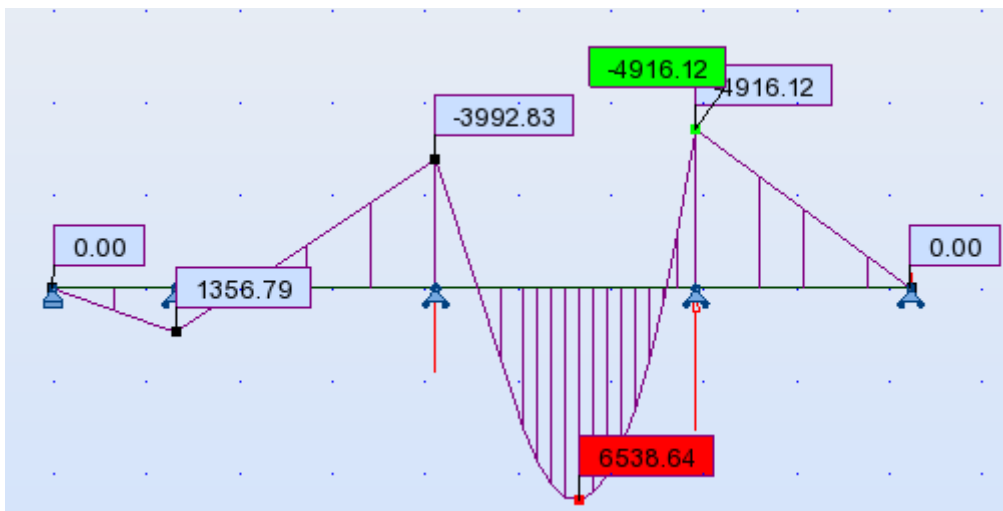
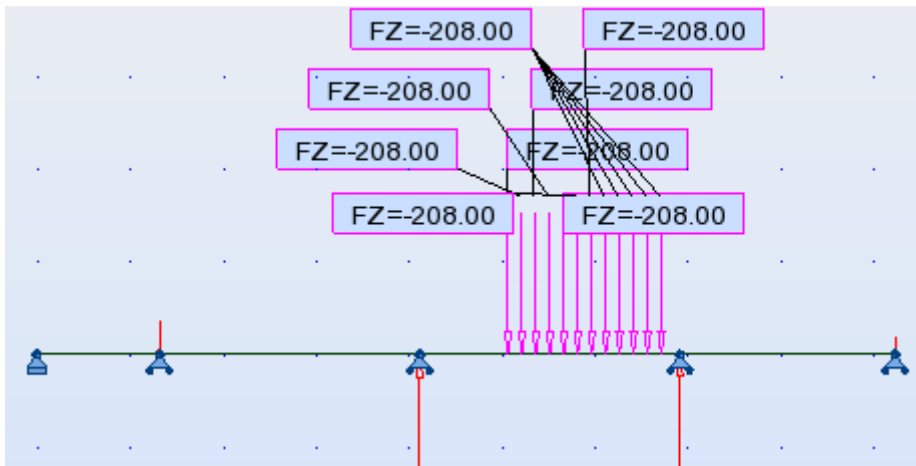
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	127,14	-0,00
11/ 6	0,0	-204,94	-0,00
12/ 6	0,0	1379,13	-0,00
13/ 6	0,0	-363,48	-0,00
14/ 6	0,0	1558,14	-0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-135907,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	135907,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,19959e-013	8,28155e-027	

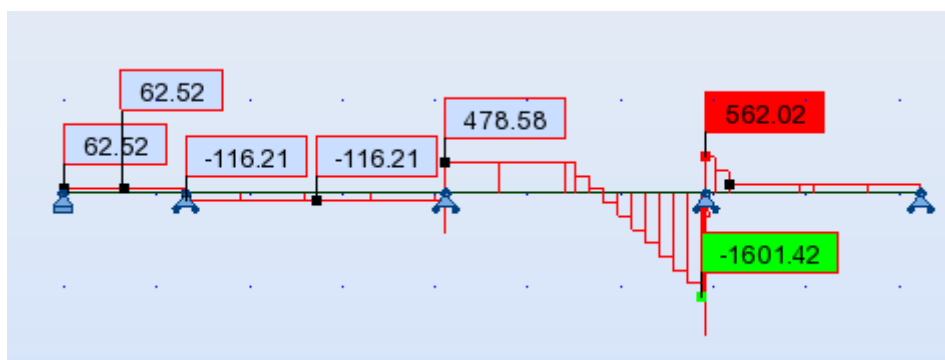
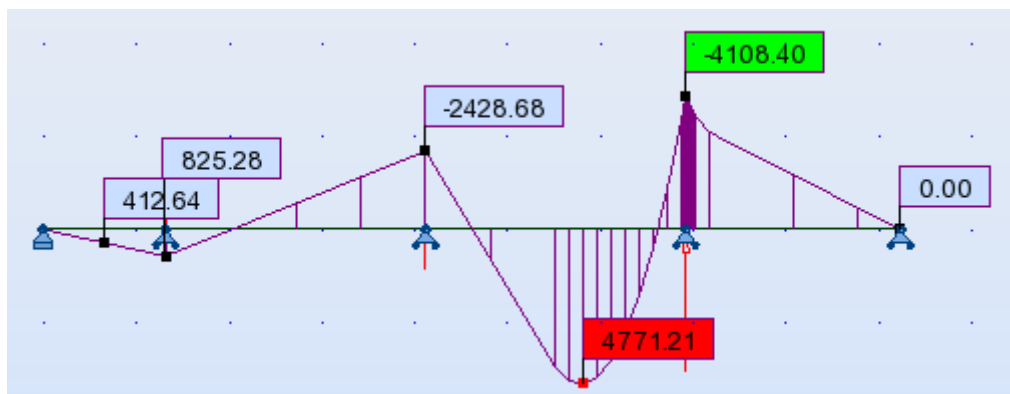
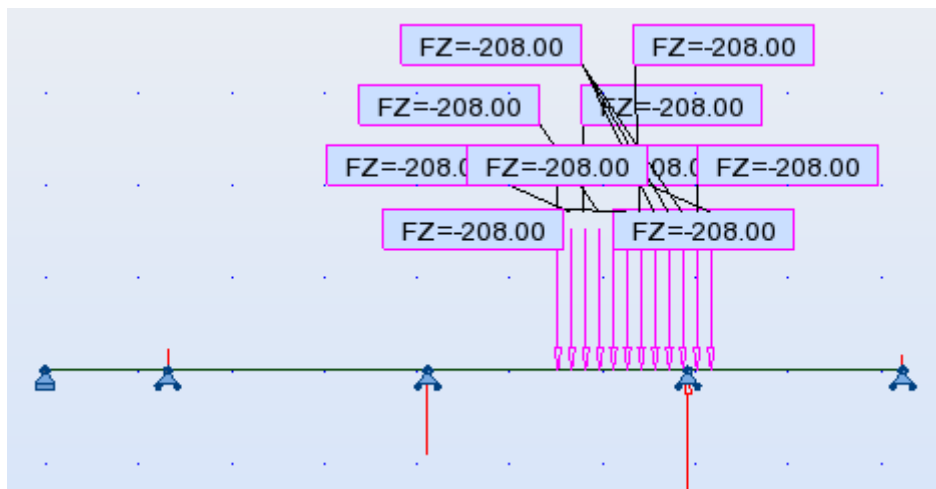
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

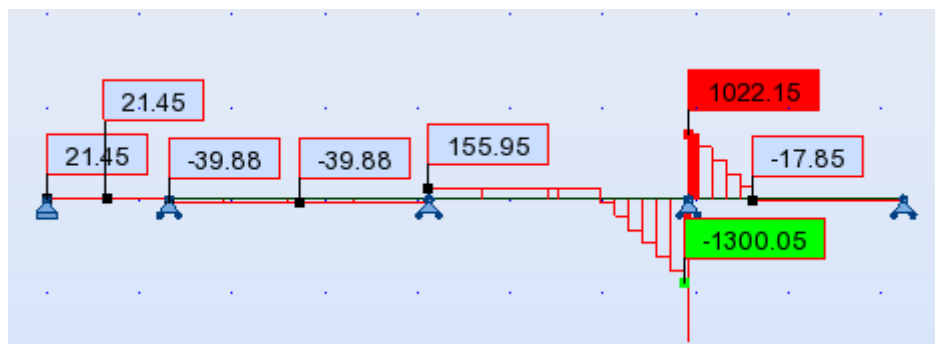
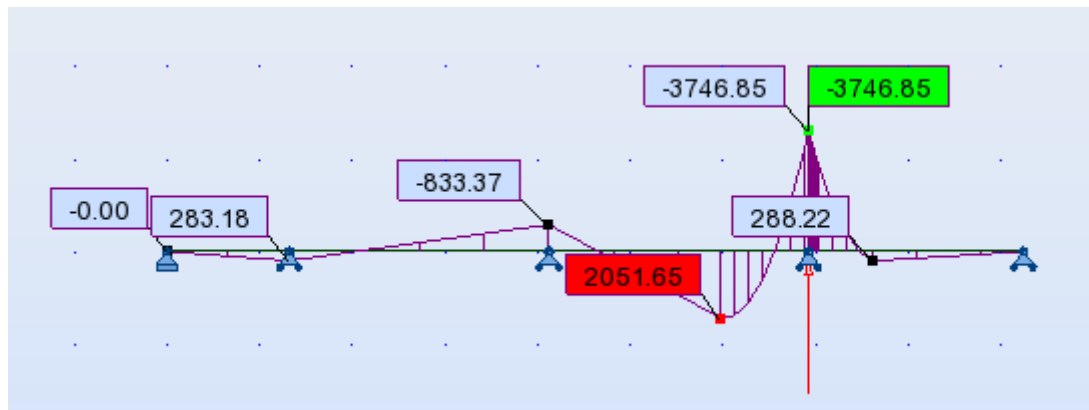
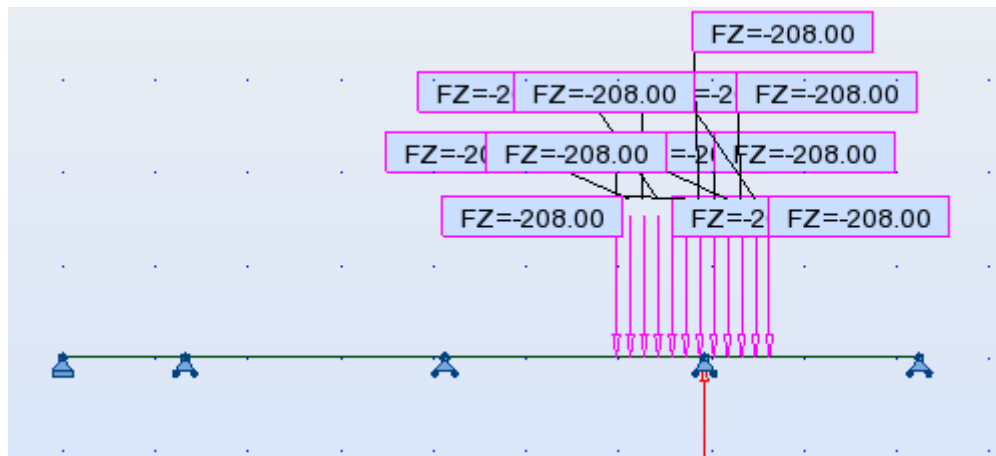
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	102,79	0,00
11/ 6	0,0	-212,36	-0,00
12/ 6	0,0	1827,62	-0,00
13/ 6	0,0	-293,84	-0,00
14/ 6	0,0	1071,80	0,00
Case 6			
	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-147139,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	147139,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	1,46760e-013	8,08741e-027	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

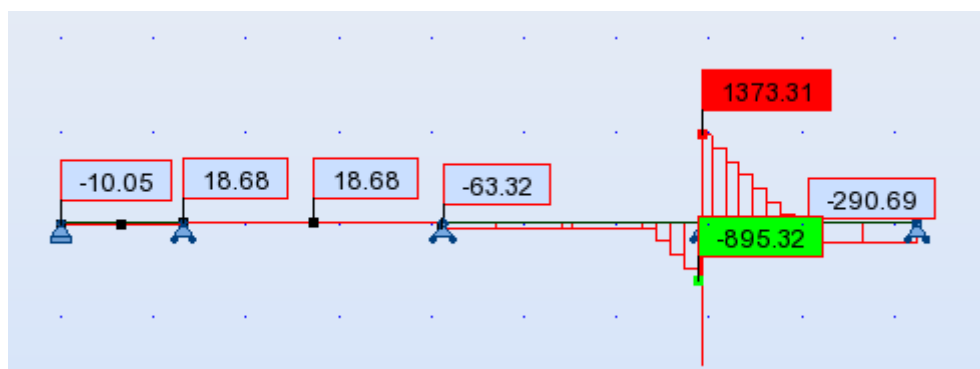
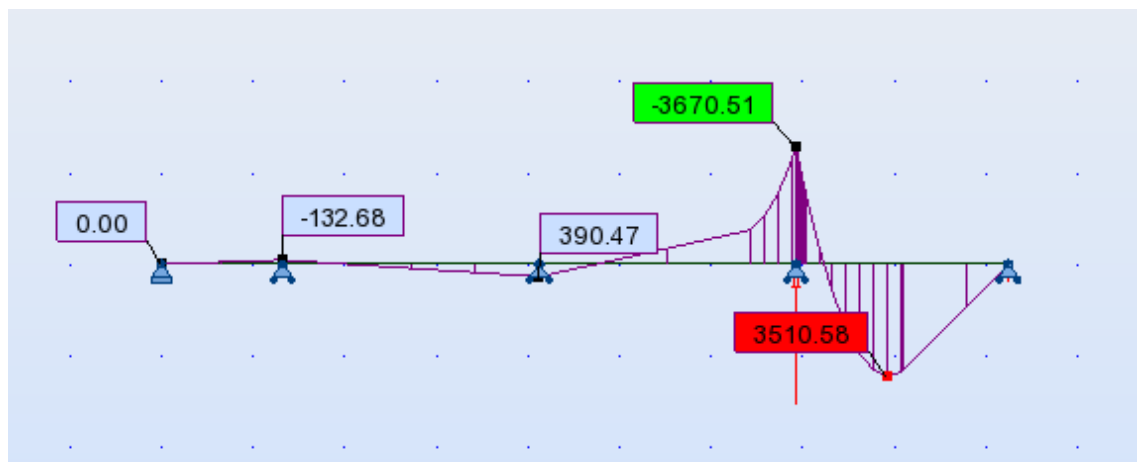
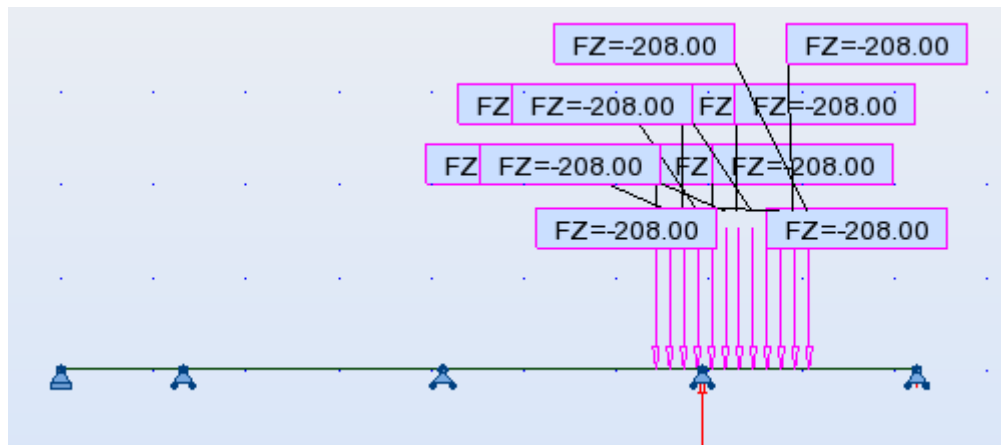
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	62,52	0,0
11/ 6	0,0	-146,02	-0,00
12/ 6	0,0	2163,44	0,0
13/ 6	0,0	-178,73	-0,00
14/ 6	0,0	594,79	-0,00
Case 6 LM2			
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-158371,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	158371,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	7,57649e-014	4,66244e-027	



REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

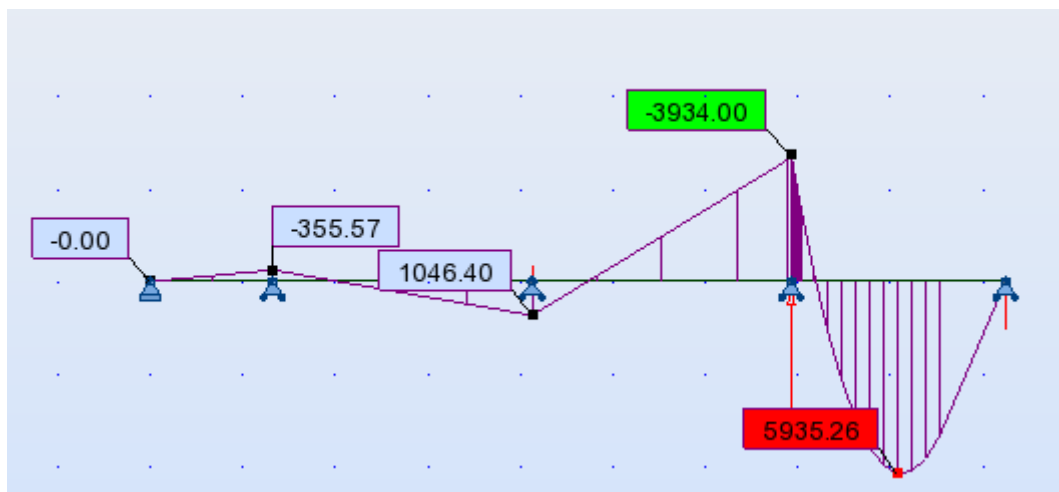
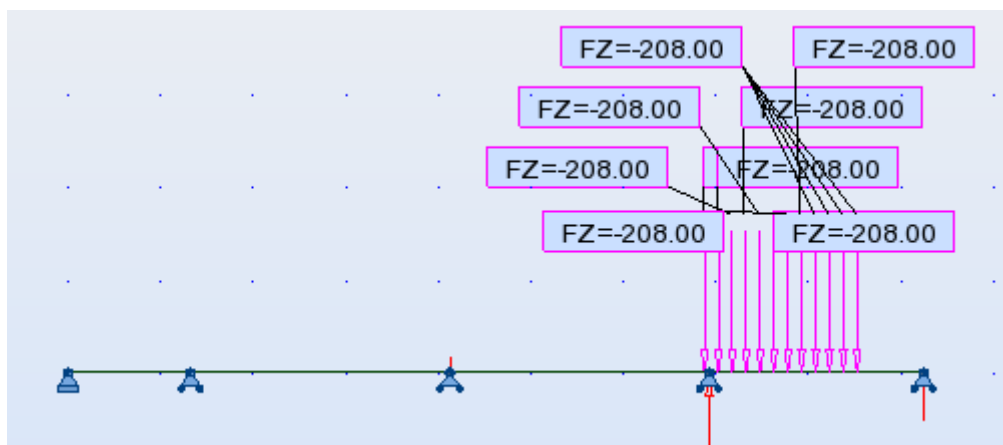
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	21,45	-0,00
11/ 6	0,0	17,85	0,00
12/ 6	0,0	2322,21	-0,00
13/ 6	0,0	-61,33	-0,00
14/ 6	0,0	195,82	0,00
Case 6			
	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-169603,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	169603,20
Check val.	0,0	-0,00	0,00
Precision	3,52925e-014	3,27572e-028	



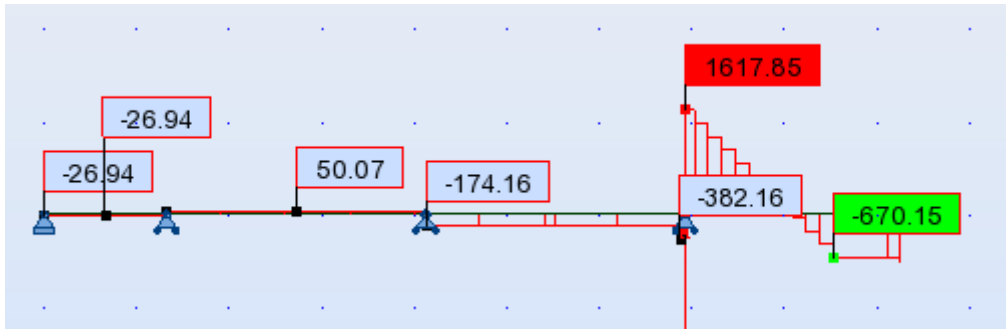
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-10,05	0,00
11/ 6	0,0	290,69	0,00
12/ 6	0,0	2268,63	0,0
13/ 6	0,0	28,74	0,00
14/ 6	0,0	-82,01	-0,00
Case 6 LM2			
Sum of val.	0,0	2496,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-180835,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	180835,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	4,14738e-010	2,89066e-019	

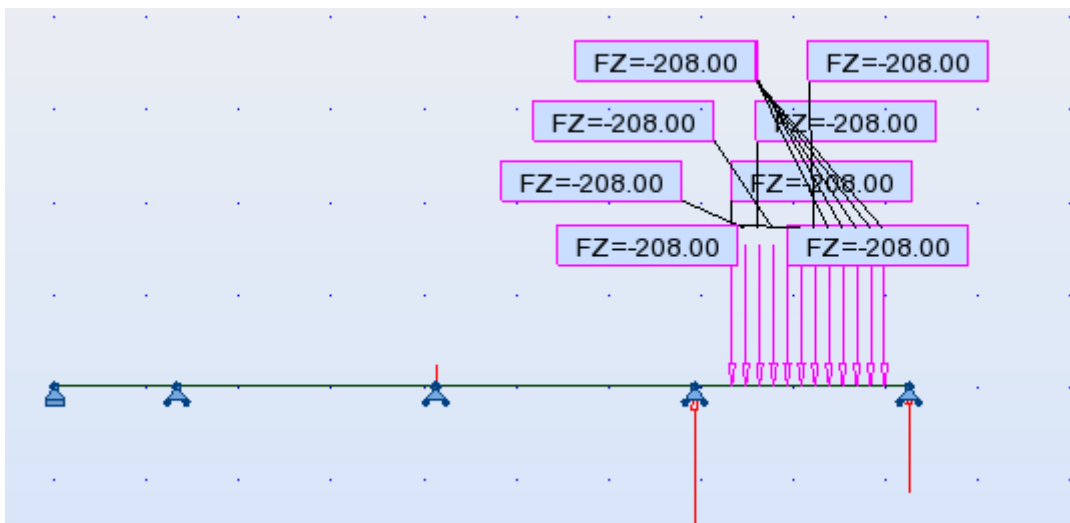


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

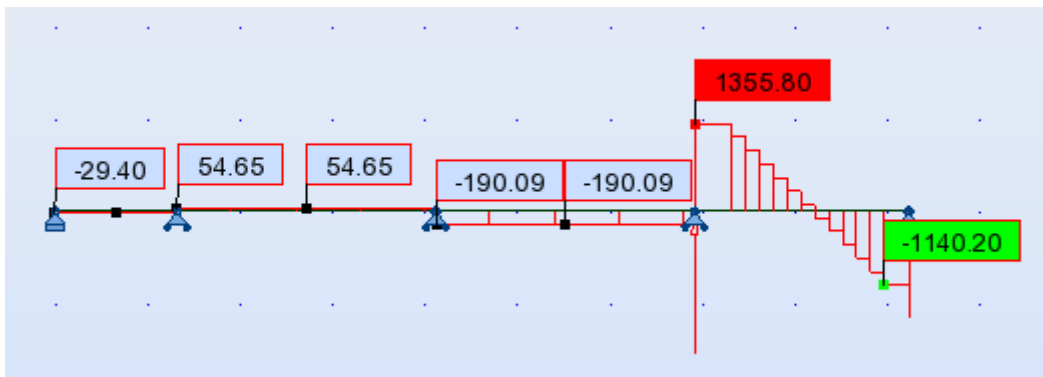
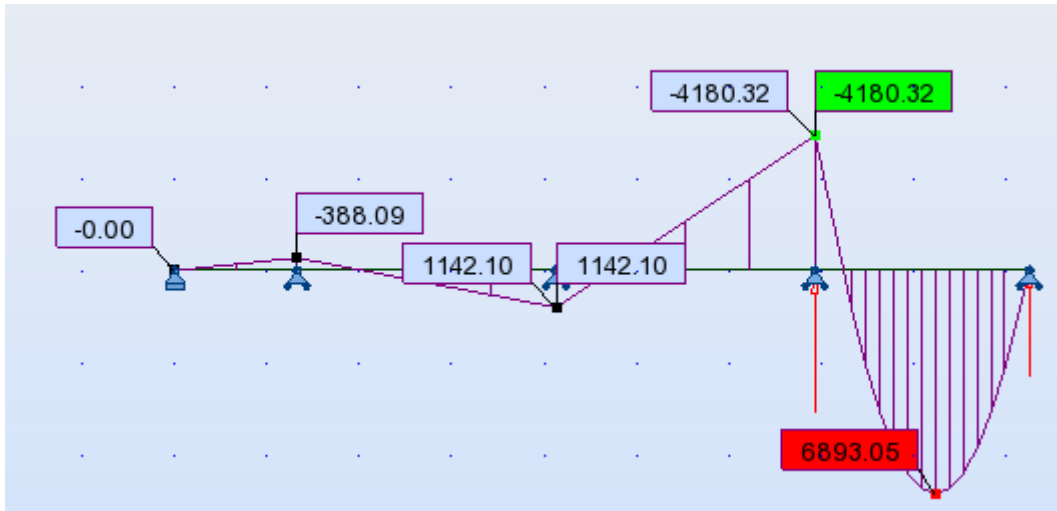


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-26,94	-0,00
11/ 6	0,0	670,15	-0,00
12/ 6	0,0	2000,01	0,00
13/ 6	0,0	77,01	0,00
14/ 6	0,0	-224,23	-0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-192067,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	192067,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	2,75428e-010	2,12074e-019	



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



REACCIONES

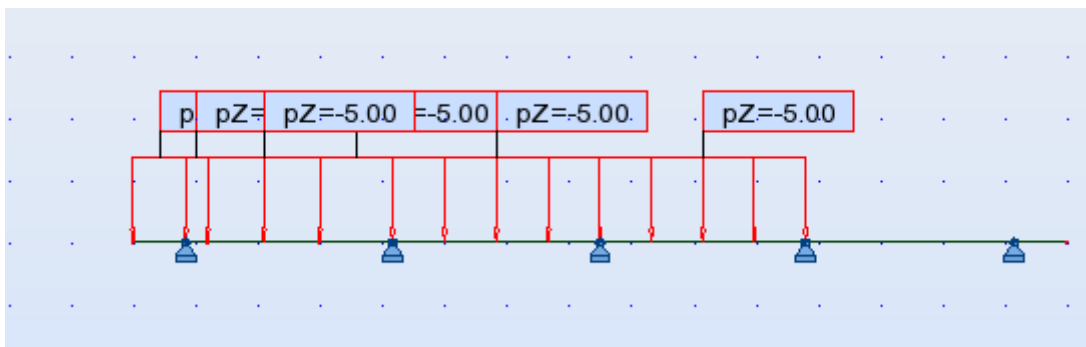
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
10/ 6	0,0	-29,40	-0,00
11/ 6	0,0	1140,20	-0,00
12/ 6	0,0	1545,88	-0,00
13/ 6	0,0	84,05	0,00
14/ 6	0,0	-244,74	0,00
Case 6	LM2		
Sum of val.	0,0	2496,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	2496,00	-203299,20
Sum of forc.	0,0	-2496,00	203299,20
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	6,87342e-010	2,62187e-019	

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

LOAD MODEL 4: (Situaciones de proyecto transitorias)

La carga de acumulación de tráfico se representa por un modelo de carga consistente en una carga uniformemente distribuida (ya incluyendo la amplificación dinámica) igual a 5 KN/m². Este modelo se analiza en las zonas pertinentes de la longitud y anchura del tablero (allí donde produzca una sollicitación más desfavorable, es decir dentro del tramo de la línea de influencia en la que la carga produce una reacción positiva vertical en el elemento del puente de carretera incluyendo la mediana. Este sistema de carga está orientado a verificaciones generales

Distribución transversal de la carga



REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
2/ 6	0,0	11,53	0,00
4/ 6	0,0	17,70	-0,00
5/ 6	0,0	17,41	0,0
6/ 6	0,0	8,01	-0,00
7/ 6	0,0	-0,64	0,0
Case 6	DL6		
Sum of val.	0,0	54,00	-0,00
Sum of reac.	0,0	54,00	-291,60
Sum of forc.	0,0	-54,00	291,60
Check val.	0,0	0,00	-0,00
Precision	9,59094e-012	1,99508e-025	

Se puede observar como dicha carga de 5 KN/m² aplicada en la zona más desfavorable para la viga longitudinal izquierda produce una reacción inferior que la producida por el modelo de carga 1 (LM1), por lo que no haría falta calcular su efecto. Esto, en las combinaciones de grupos de carga el valor de los esfuerzos producidos por LM4 (valor característico) del grupo de carga 4 (valor característico del LM4 + valor característico de la fuerza vertical en pasos peatonales) es inferior al producido por ejemplo por LM1 (valor característico)+ valor característico de la fuerza vertical en pasos peatonales) del grupo de carga 1^a, por lo que está exento de cálculo y no será tenido en cuenta en las combinaciones.

GRUPOS DE TRÁFICO EN PUENTES DE CARRETERA

- Valores característicos de acciones multicomponentes

La simultaneidad de los modelos de carga definidos en los apartados 4.3.2 (modelo de carga 1), 4.3.3 (modelo de carga 2), 4.3.4 (modelo de carga 3), 4.3.5 (modelo de carga 4), 4.4 (fuerzas horizontales) y las cargas definidas en el capítulo 5 para vías peatonales, deberían considerarse a través de los grupos de carga definidos en la tabla 4.4a. Cada uno de estos grupos de cargas, que son mutuamente excluyentes, debería considerarse como definatorio de una acción característica para su combinación con cargas no derivadas del tráfico.

Grupos de cargas de tráfico (valores característicos de la acción multicomponente)

		Calzada					Pasos peatonales y ciclistas	
Tipo de carga		Fuerzas verticales			Fuerzas horizontales		Sólo fuerzas verticales	
Referencia		4.3.2	4.3.3	4.3.4	4.3.5	4.4.1	4.4.2	5.3.2-(1)
Sistema de carga		LM1 (TS y UDL)	LM2 (Eje único)	LM3 (Vehículos especiales)	LM4 (Carga de acumulación de tráfico)	Fuerzas de frenado y acelerado	Fuerza centrífuga y transversal	Carga uniformemente distribuida
Grupos de cargas	gr1a	Valores característicos				a	a	Valor de combinación ^b
	gr1b		Valor característico					
	gr2	Valores frecuentes ^b				Valor característico	Valor característico	
	gr3 ^d							Valor característico ^c
	Gr4				Valor característico			Valor característico ^b
	Gr5	Véase el anexo A		Valor característico				
Acción componente dominante (designada como componente asociada con el grupo)								
^a Puede definirse en el anexo nacional.								
^b Puede definirse en el anexo nacional. Se recomienda un valor de 3 kN/m ² .								
^c Véase el punto (2) del apartado 5.3.2.1. Sólo debería considerarse una sola vía peatonal cargada si el efecto es más desfavorable que el de dos vías cargadas								
^d Este grupo es irrelevante si se considera gr4.								

- Otros valores representativos de las acciones multicomponente

La acción frecuente debería consistir sólo: bien de los valores frecuentes de LM1, bien de los valores frecuentes de LM2, o bien de los valores frecuentes de cargas en vías peatonales o de ciclistas (tomando el más desfavorable), sin componentes de acompañamiento, tal y como se define en la tabla 4.4.b.

NOTA 1 – Para los componentes individuales de la acción de tráfico, el anexo A.2 de la Norma EN 1990 define estos valores representativos.

NOTA 2 – Para valores cuasi permanentes (generalmente nulos) véase el anexo A.2 de la Norma EN 1990.

NOTA 3 – Cuando el anexo nacional se refiera a valores infrecuentes de acciones variables, se puede aplicar la misma regla que en el apartado 4.5.1, reemplazando todos los valores característicos de la tabla 4.4 por los valores infrecuentes definidos en el anexo A.2 de la Norma EN 1990, sin modificar los otros valores que aparecen en la tabla. Ahora bien, el grupo infrecuente gr2 es prácticamente irrelevante para puentes de carretera.

Grupos de cargas de tráfico (valores frecuentes de la acción multicomponente)

		Calzada		Pasos peatonales y ciclistas
Tipo de carga		Fuerzas verticales		
Referencia		4.3.2	4.3.3	5.3.2-(1)
Sistema de carga		LM1 (TS y UDL)	LM2 (Eje único)	Carga uniformemente distribuida
Grupos de cargas	gr1a	Valores frecuentes		
	gr1b		Valor frecuente	
	gr3			Valor frecuente ^a
^a Sólo debería considerarse una sola vía peatonal cargada si el efecto es más desfavorable que el de dos vías cargadas.				

Table 3.8 Recommended values of ψ - factors for traffic loads on road bridges

Action	Symbol	ψ_0	ψ_{1inf}	ψ_1	ψ_2	
Traffic loads (see table 6)	gr1a (LM1)	Tandem System	0.75	0.80	0.75	0
		UDL	0.40	0.80	0.40	0
	gr1b (single axle)	0	0.80	0.75	0	
	gr2 (Horizontal Forces)	0	0	0	0	
	gr3 (Pedestrian loads)	0	0.80	0	0	
	gr4 (LM4 – Crowd loading))	0	0.80	0.75	0	
gr5 (LM3 – Special vehicles))	0	1.0	0	0		

- Grupos de cargas en situaciones de proyecto transitorias

Las reglas dadas en los apartados 4.5.1 y 4.5.2 son aplicables con las modificaciones del punto siguiente.

Para verificaciones en situaciones de proyecto transitorias, los valores característicos asociados con el sistema tandem deberían adoptarse como iguales a $0,8\alpha_{Qi}Q_{ik}$, y todos los demás valores, característicos, frecuentes y cuasipermanentes, así como las fuerzas horizontales, se mantienen como se especifica para las situaciones de proyecto permanentes sin modificación alguna (es decir, no se reducen proporcionalmente al peso de los tandems).

NOTA – En situaciones de proyecto transitorias debidas al mantenimiento de la carretera o del puente, el tráfico usualmente se concentra en áreas más pequeñas sin que se reduzca significativamente, siendo frecuentes largos atascos de tráfico. Sin embargo, pueden aplicarse más reducciones en los casos en los que los camiones más pesados se desvíen usando las medidas apropiadas.

ACCIONES PARA SITUACIONES DE PROYECTO ACCIDENTALES

- GENERALIDADES

Las cargas debidas a los vehículos rodados en situaciones de proyecto accidentales deben tenerse en cuenta cuando sea pertinente, y resultan de:

- la colisión de vehículos contra las pilas del puente, el paramento inferior o los tableros;
- la presencia de ruedas pesadas o vehículos en las vías peatonales (los efectos de estas ruedas pesadas o vehículos en las vías peatonales deben considerarse para todo puente de carretera en el que estas vías peatonales no estén protegidas por sistemas rígidos y efectivos de contención de la carretera);
- la colisión de vehículos con los bordillos de la acera, parapetos para vehículos y componentes estructurales (los efectos de la colisión de vehículos con los parapetos y las barreras de seguridad deben considerarse para todos aquellos puentes en los que se sitúan estos sistemas de contención de carreteras en el tablero del puente; los efectos de la colisión de vehículos con los bordillos de la acera se pueden considerar en todos los casos).

- Fuerzas de colisión de vehículos bajo el puente

NOTA – Véanse los apartado anexo A.2 de la Norma EN 1990.

- Fuerzas de colisión contra las pilas y otros elementos de soporte

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Deberían considerarse las fuerzas de colisión de vehículos de carretera de altura anormal o vehículos aberrantes contra las pilas o elementos de soporte.

NOTA – El anexo nacional puede definir:

- reglas para proteger el puente de las fuerzas de colisión de vehículos;
- cuándo deben tenerse en cuenta las fuerzas de colisión de vehículos (por ejemplo, con referencia a una distancia de seguridad entre las pilas y el borde de la calzada);
- la magnitud y localización de las fuerzas de colisión de vehículos;
- los estados límite a considerar.

Para piezas rígidas se recomiendan los siguientes valores mínimos:

- a) fuerza de impacto: 1 000 kN en la dirección de movimiento del vehículo, o 500 kN en la dirección perpendicular;
- b) altura sobre el nivel del suelo de la superficie adyacente: 1,25 m;

Véase también la Norma EN 1991-1-7.

- Fuerzas de colisión en los tableros

Debería especificarse la fuerza de colisión del vehículo cuando proceda.

NOTA 1 – El anexo nacional puede definir la fuerza de colisión en el tablero, probablemente en relación al gálibo vertical y otras formas de protección, véase la Norma EN 1991-1-7.

NOTA 2 – Las cargas de colisión con el tablero del puente y otros elementos estructurales sobre la carretera puede variar mucho dependiendo de parámetros estructurales y no estructurales, y sus condiciones de aplicabilidad. La posibilidad de una colisión de vehículos que tengan alturas aberrantes o ilegales puede que deba ser prevista, así como que una grúa se alce o gire mientras el vehículo esté en movimiento. Pueden introducirse medidas preventivas o de protección como alternativa al cálculo de las fuerzas de colisión.

- Acciones de vehículos sobre el puente
- Vehículos en vías peatonales o pistas para ciclistas en puentes de carretera

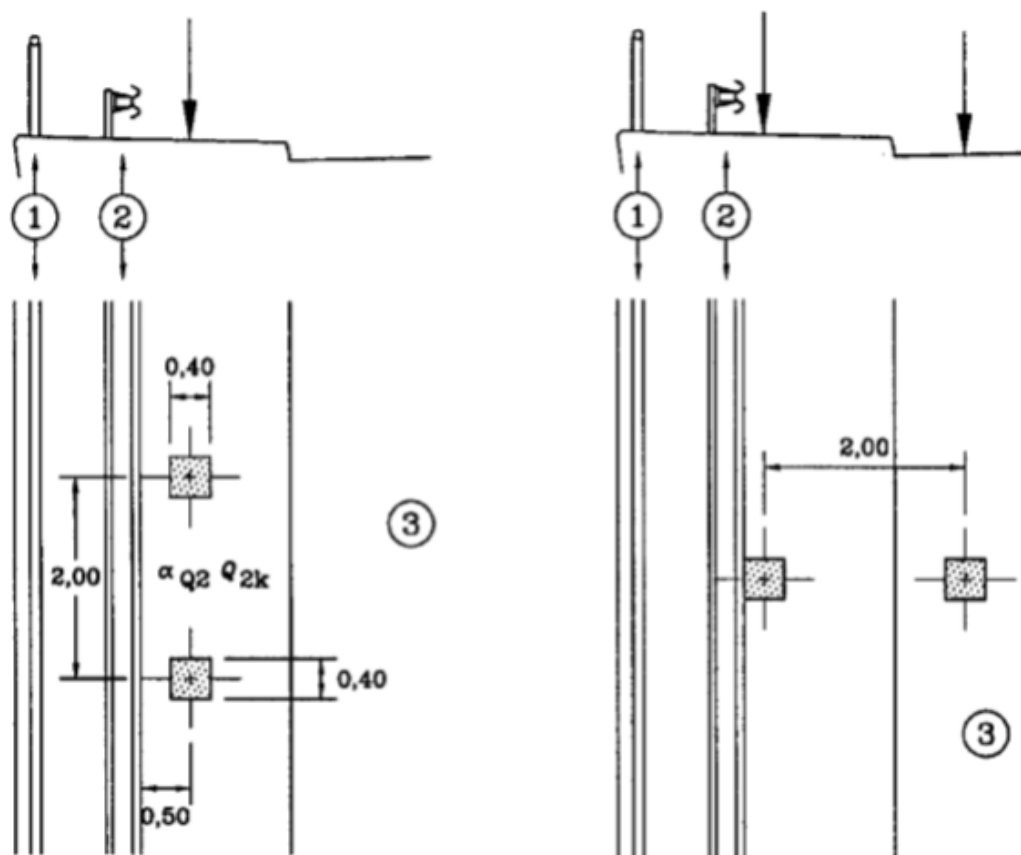
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

No es necesario tener en cuenta las cargas por rueda o vehículo si el puente está provisto de barreras de seguridad de un nivel de contención apropiado.

NOTA – Los niveles de contención para las barreras de seguridad se dan en la Norma EN 1317-2.

Cuando existan las medidas de protección mencionadas en el punto (1) se debería colocar y orientar una carga accidental por eje correspondiente a $\alpha_{Q2} Q_{2k}$ (véase el apartado 4.3.2.) en las partes desprotegidas del tablero, de forma tal que representen el efecto más desfavorable posible en la superficie adyacente a la barrera de seguridad, tal y como se muestra, por ejemplo, en la figura 4.9. Esta carga por eje no debería tenerse en cuenta simultáneamente con cualquier otra carga variable en el tablero. Una única rueda sólo debería considerarse si consideraciones geométricas hacen imposible la disposición de dos ruedas.

Más allá del sistema de contención de vehículos, la carga concentrada variable característica definida en el apartado 5.3.2.2 debería aplicarse, si procede, de forma separada a la carga accidental.



En ausencia de la protección mencionada en el punto (1), las reglas dadas en el punto (2) son aplicables hasta el borde del tablero donde exista parapeto para vehículos.

Leyenda

- (1) Parapeto peatonal (o parapeto de vehículos si no se da barrera de seguridad)
- (2) Barrera de seguridad
- (3) Calzada

Fig. 4.9 – Ejemplos de localizaciones de cargas de vehículos en vías peatonales o ciclistas en puentes de carretera

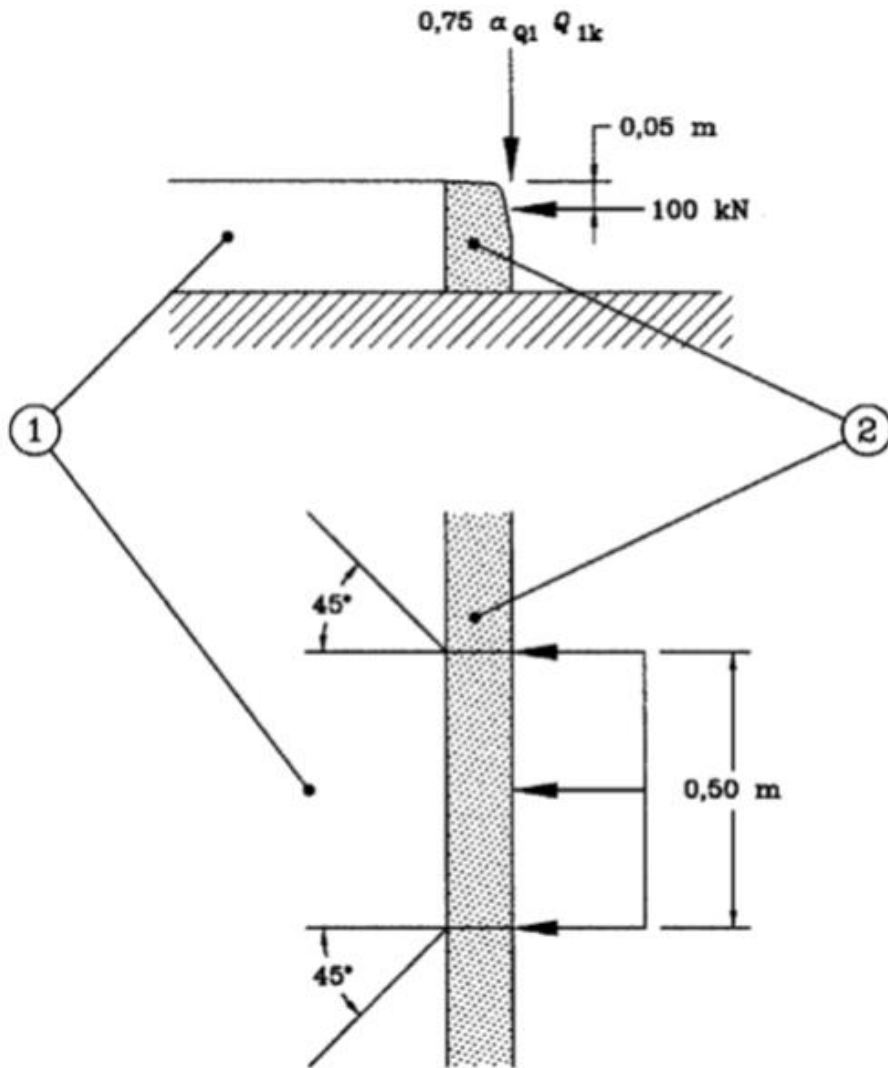
En ausencia de la protección mencionada en el punto (1), las reglas dadas en el punto (2) son aplicables hasta el borde del tablero donde exista parapeto para vehículos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- Fuerza de colisión contra los bordillos de la acera

La acción de colisión de un vehículo contra los bordillos de la acera o realces del pavimento debería considerarse como una fuerza igual a 100 kN que actúa a una profundidad de 0,05 m bajo el tope del bordillo de la acera.

Esta fuerza debería considerarse como si actuara en una línea de medio metro de longitud, y se transmitiera por el bordillo de la acera a los elementos estructurales que la soportan. En elementos estructurales rígidos debería suponerse que la carga tiene un ángulo de dispersión de 45°. Cuando sea desfavorable, se debería considerar una carga de tráfico que actúa simultáneamente a la fuerza de colisión equivalente a $0,75\alpha_{q1}Q_{1k}$ (véase la figura 4.10).



Leyenda

- (1) Vía peatonal
- (2) Bordillo de la acera

Fig. 4.10 – Definición de la fuerza de colisión de vehículo contra el bordillo de la acera

- Fuerzas de colisión contra sistemas de contención de vehículos

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Para el cálculo estructural se deberían tener en cuenta las fuerzas horizontales y verticales transferidas al tablero del puente por los sistemas de contención de vehículos.

NOTA 1 – El anexo nacional puede definir y elegir clases de fuerzas de colisión y sus condiciones asociadas de colisión. A continuación se adjuntan 4 clases recomendadas de valores para las fuerzas horizontales transferidas.

Tabla 4.9(n)
Clases recomendadas para las fuerzas horizontales transferidas por los sistemas de contención de vehículos

Clase recomendada	Fuerza horizontal (kN)
A	100
B	200
C	400
D	600

La fuerza horizontal, que actúa transversalmente, puede aplicarse a 100 mm bajo el tope del sistema de contención de vehículos elegido, o a un metro sobre el nivel de la calzada o vía peatonal, eligiendo de entre estas dos la más baja, y en una longitud lineal de medio metro.

NOTA 2 – Los valores de las fuerzas horizontales dados para las clases A a D se derivan de medidas realizadas durante pruebas de colisión en sistemas reales de contención de vehículos usados para puentes. No hay una relación directa entre estos valores y las clases de comportamiento de los sistemas de contención de vehículos. Los valores propuestos dependen, de la rigidez de las conexiones entre el sistema de contención de vehículos y el bordillo o la parte del puente al que están conectados. Una conexión muy fuerte lleva a la fuerza horizontal de clase D. La fuerza horizontal más baja deriva de mediciones para un sistema de contención de vehículos con una conexión más débil. Estos sistemas se usan habitualmente en sistemas de contención de vehículos metálicos de acuerdo a una clase de comportamiento H2 según la Norma EN 1317-2. Una conexión muy débil puede llevar a la fuerza horizontal dada para la clase A.

NOTA 3 – La fuerza vertical que actúa simultáneamente con la fuerza horizontal de colisión puede definirse en el anexo nacional. Se recomiendan valores de $0,75\alpha Q_{1k}$. Los cálculos que tienen en cuenta las fuerzas horizontales y verticales, pueden sustituirse, cuando sea posible, adoptando medidas en los detalles constructivos (por ejemplo, detalles de armado).

La estructura que soporta el parapeto para vehículos debería calcularse para soportar de forma local una carga accidental correspondiente al menos a 1,25 veces la resistencia característica local del parapeto de vehículos (por ejemplo, la resistencia de la conexión del parapeto a la estructura) y no necesita ser combinada con cualquier otra carga variable.

NOTA – Este efecto de carga de cálculo puede definirse en el anexo nacional. El valor dado en este apartado (1,25) es un valor mínimo recomendado.

- Fuerzas de colisión contra elementos estructurales

Deberían considerarse las fuerzas de colisión de vehículos contra elementos estructurales desprotegidos, sobre o tras los niveles de la calzada.

NOTA – Estas fuerzas pueden definirse en el anexo nacional. Se recomienda que sean las mismas definidas en el punto (1) del apartado 4.7.2.1, actuando a 1,25 m sobre el nivel de la calzada. No obstante, cuando se den medidas adicionales de protección entre la calzada y estos elementos, esta fuerza se puede reducir para un proyecto específico.

No debería considerarse que estas fuerzas actúan simultáneamente con cualquier otra carga variable.

NOTA – Pueden definirse fuerzas más pequeñas para un proyecto específico para algunos elementos intermedios donde el daño a uno de ellos no causaría el colapso (por ejemplo, vientos o tirantes).

ACCIONES SOBRE LOS PARAPETOS PEATONALES

Deberían tenerse en cuenta, para el cálculo estructural, las fuerzas transmitidas al tablero del puente por los parapetos peatonales como cargas variables, y definirse dependiendo de la clase de carga escogida para el parapeto.

NOTA 1 – Para clases de carga de parapetos peatonales véase la Norma EN 1317-6. Para puentes, la clase C es la mínima recomendada.

NOTA 2 – Las fuerzas transferidas al tablero del puente por los parapetos peatonales pueden definirse con sus clasificaciones para un proyecto específico o en el anexo nacional de acuerdo con la Norma EN 1317-6. Se recomienda como valor mínimo para puentes o vías peatonales una fuerza lineal de 1,0 kN/m que actúe como carga variable, horizontal o verticalmente sobre el parapeto. Para caminos de servicio laterales, el valor mínimo recomendado es de 0,8 kN/m. Estos valores mínimos no cubren casos accidentales o excepcionales.

Si los parapetos peatonales están protegidos adecuadamente contra la colisión de vehículos, para el cálculo de la estructura portante las acciones horizontales deberían considerarse como simultáneas a las cargas verticales uniformemente distribuidas definidas en el apartado 5.3.2.1.

NOTA – Los parapetos peatonales pueden considerarse proyectados adecuadamente sólo si la protección satisface los requisitos del proyecto específico.

Cuando los parapetos peatonales no puedan ser considerados como adecuadamente protegidos contra las colisiones de los vehículos, la estructura de soporte debería calcularse para soportar un efecto de carga accidental igual a 1,25 veces la resistencia característica del parapeto, excluyendo cualquier carga variable.

NOTA – Este efecto de la carga de cálculo puede definirse en el anexo nacional. El valor dado en este apartado (1,25) es una recomendación.

MODELOS DE CARGA PARA ESTRIBOS Y MUROS ADYACENTES A PUENTES

- Cargas verticales

La calzada tras los estribos, aletas, muros laterales y otras partes del puente en contacto con el terreno, debería de cargarse usando modelos apropiados.

NOTA 1 – Estos modelos apropiados pueden definirse en el anexo nacional. Se recomienda el uso del modelo de carga 1 definido en el apartado 4.3.2 pero, por simplicidad, el sistema de cargas tandem puede sustituirse por una carga uniformemente distribuida equivalente, denominada q_{sq} extendida sobre la superficie rectangular correspondiente, dependiendo de la dispersión de las cargas a través del sustrato o tierra.

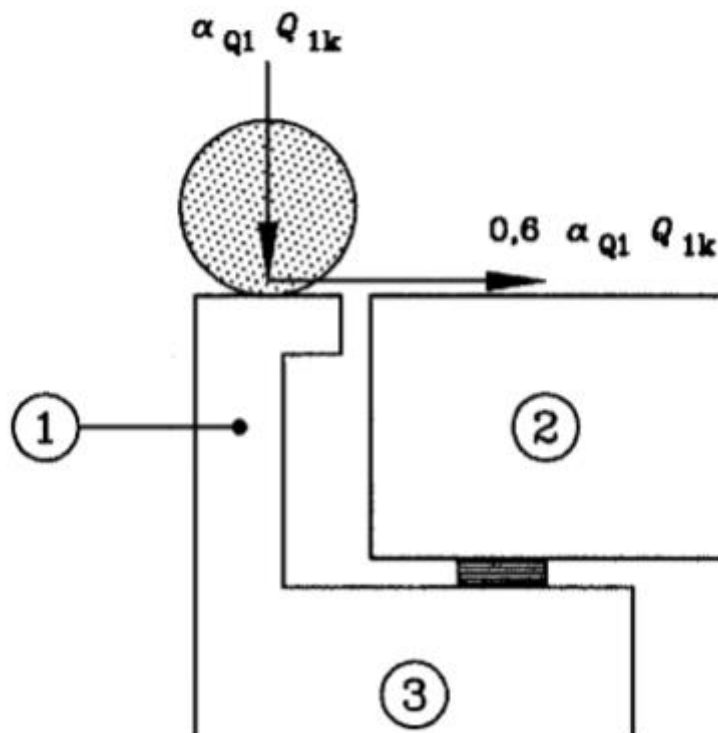
NOTA 2 – Para la dispersión de las cargas a través del sustrato o de la tierra, véase la Norma EN 1997. En ausencia de otras reglas, si el sustrato está consolidado adecuadamente, el valor recomendado del ángulo de dispersión desde la superficie vertical es de 30°. Con este valor, la superficie sobre la que se aplica q_{sq} puede considerarse como rectangular de 3 m de ancho y 2,2 m de largo.

No deberían considerarse valores representativos del modelo de carga distintos de los valores característicos.

- Fuerzas horizontales

No deberían de tenerse en cuenta fuerzas horizontales al nivel de superficie de la calzada sobre el sustrato.

Para el cálculo de muros de frente de los estribos (véase la figura 4.11) debería considerarse una fuerza de frenado longitudinal con valor característico de $0,6\alpha_{Q1}Q_{1k}$ que actúe simultáneamente con el $\alpha_{Q1}Q_{1k}$ de carga por eje del modelo de carga 1 y con la presión de la tierra del sustrato. Debería suponerse que el sustrato no está cargado simultáneamente.



Leyenda

- (1) Muro elevado
- (2) Tablero del puente
- (3) Estribo

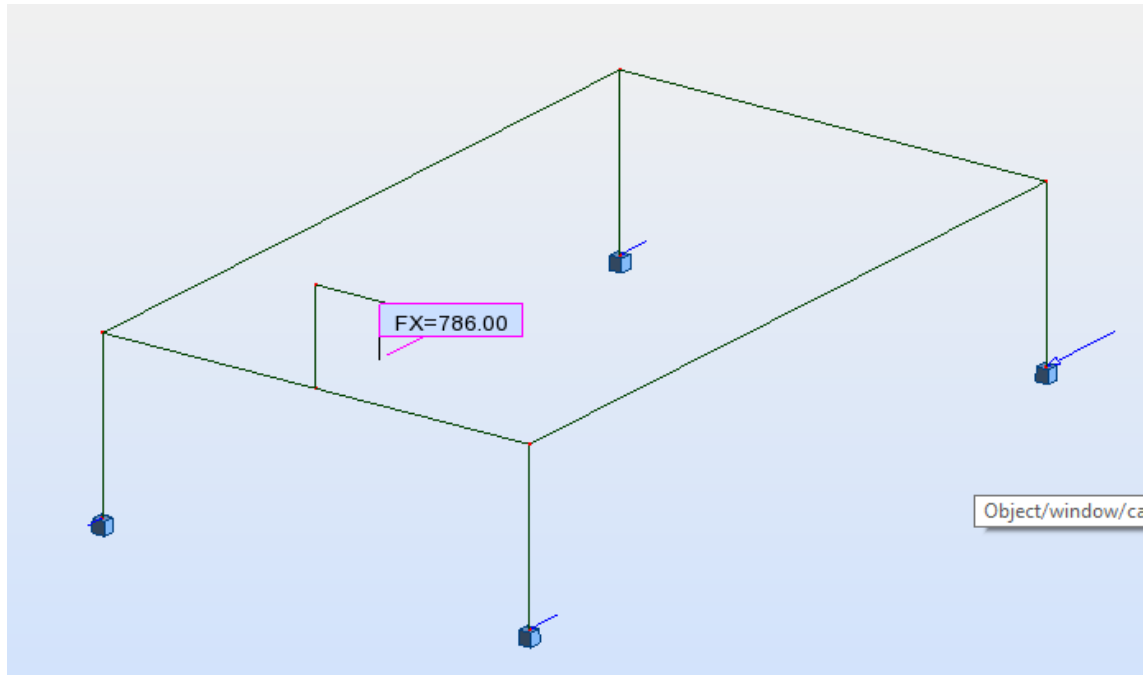
Fig. 4.11 – Definición de cargas en muros elevados

FUERZAS HORIZONTALES: VALORES CARACTERÍSTICOS

- Fuerzas de frenado y aceleración

Se aplica la fuerza calculada anteriormente de 786 KN en el carril exterior, es decir con una excentricidad con respecto el eje del tablero.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Y estas son las reacciones que produce en la base de los pilares.

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 1	53,28	13,60	108,80	-29,42	114,68	0,00
1/ 2	-203,46	-8,53	-73,84	31,32	-1595,29	919,40
4/ 1	-53,28	13,60	108,80	-29,42	-114,68	0,00
4/ 2	-496,70	8,53	73,84	-31,32	-2216,45	-164,07
6/ 1	53,28	-13,60	108,80	29,42	114,68	0,00
6/ 2	105,17	-8,46	-33,41	31,01	-209,80	-419,65
8/ 1	-53,28	-13,60	108,80	29,42	-114,68	0,00
8/ 2	-191,01	8,46	33,41	-31,01	-846,06	58,39
Case 1						
DL1						
Sum of val.	0,00	0,00	435,21	0,00	0,00	0,00
Sum of reac.	0,00	0,00	435,21	3729,77	-10662,69	-0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	-435,21	-3729,77	10662,69	0,0
Check val.	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,00	-0,00
Precision	6,90735e-011	4,73335e-022				
Case 2						
DL2						
Sum of val.	-786,00	-0,00	-0,00	0,00	-4867,60	394,07
Sum of reac.	-786,00	-0,00	-0,00	0,00	-15837,90	2358,00
Sum of forc.	786,00	0,0	0,0	0,0	15837,90	-2358,00
Check val.	0,00	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00
Precision	9,70661e-012	8,18779e-023				

MÉTODO DEL EMPARRILLADO PARA LA OBTENCIÓN DE LOS ESFUERZOS

INTRODUCCIÓN:

El método del emparrillado es el más popular ya que es adaptable a cualquier geometría en planta y a cualquier condición de apoyo.

Un emparrillado plano está formado por un número finito de elementos de viga (en una dimensión) llamados barra y que constituye una estructura discontinua comparado con una losa, donde la rigidez se reparte uniformemente en la superficie.

El método del emparrillado plano es de aplicación directa en puentes de vigas.

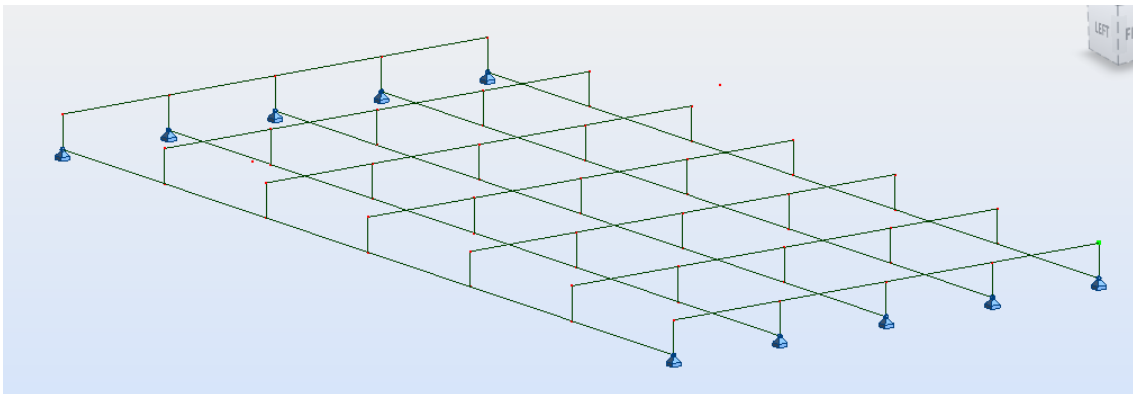
IDEALIZACIÓN DEL TABLERO

Hay que establecer la geometría de la malla y las características mecánicas de las barras a partir de la geometría real del tablero. Posteriormente se definirán las condiciones de sustentación.

Geometría de la malla:

-Las barras longitudinales se hacen coincidir con los cdg de las vigas reales más la parte de la losa atribuida a cada viga. En el caso abordado, donde tenemos 5 barras longitudinales separadas 3,57 m entre sí y cuyas características mecánicas ya han sido calculadas la malla resultante es la siguiente

-Las barras transversales se sitúan en las secciones de apoyo y en secciones intermedias, de tal forma que la separación de vigas transversales y la separación de vigas longitudinales estén en una relación de 1,5/1 y que el número de barras transversales sea impar. En el caso abordado, la separación entre vigas transversales rondará los $1.5 \cdot 3.57 = 5.35\text{m}$ y $28/5.35 = 5.2$ por lo que se colocará un total de 7 barras separadas entre sí $28/6 = 4.66\text{m}$.



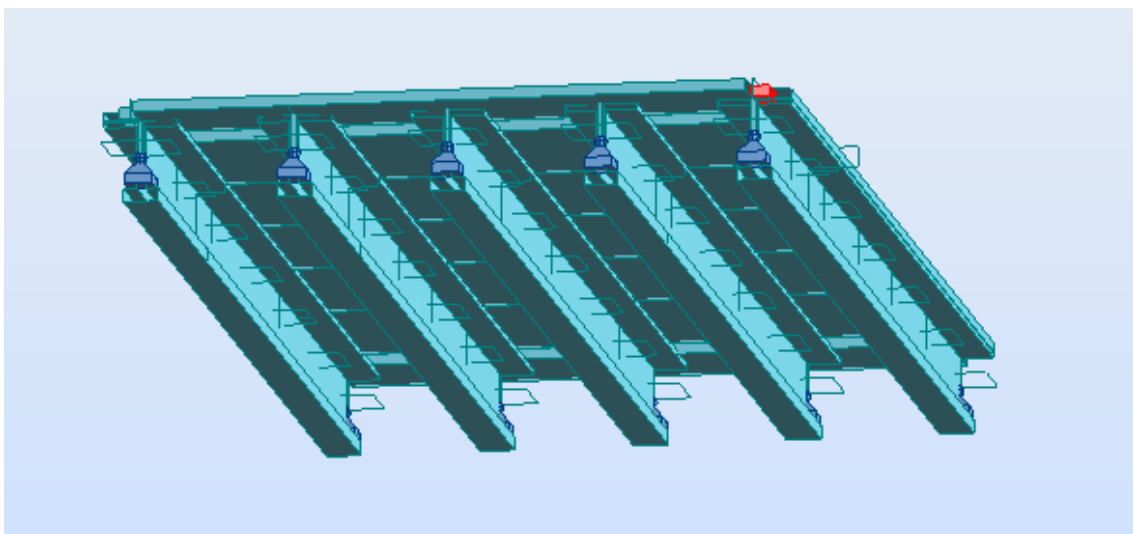
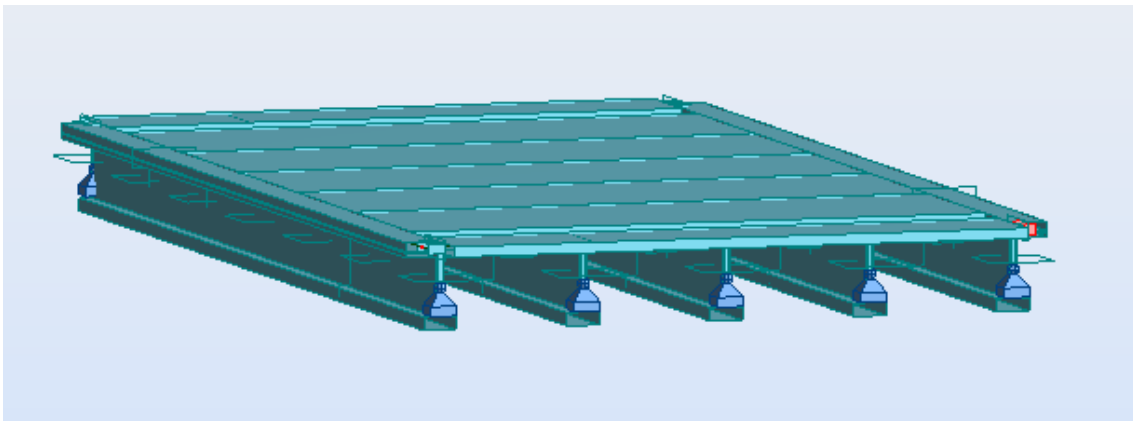
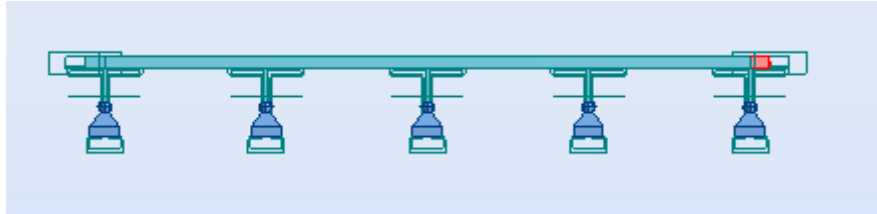
Aplicando las geometrías de los materiales y las características queda del siguiente modo:

Para mejorar los resultados, se produce un offset desde el cdg de la viga verticalmente para representar la variación que hay entre el cdg de la viga y el de la losa. Este offset se genera de un material imaginario de modulo de elasticidad muy elevado y sección pequeña para que no distorsione los resultados. Tambien se producen unos offset laterales para que la losa cubra la

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

superficie real, y se unen mediante unas vigas de borde de dimensiones pequeñas que representará el voladizo lateral (de longitud desde el lateral del puente hasta el eje de la viga de borde).

Se representa de este modo



Características mecánicas de las vigas:

-Barras longitudinales: Se aplica la inercia de flexión de la viga más la parte de la losa asociada (de ancho igual a la separación entre vigas reales), tal y como se detalla en el correspondiente apartado).

Vigas Laterales $I = 0.548 \text{ m}^4$

Vigas centrales $I = 0.607 \text{ m}^4$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El módulo de torsión de las vigas longitudinales se calcula aplicando la siguiente ecuación a la sección definida con anterioridad (viga+losa).

$$J = \frac{bh^3}{6} + \sum_{i=1}^n kibie^3$$

Siendo

$$ki = \frac{1}{3} \left(1 - \frac{0.63}{\rho} \left(1 - \frac{\rho^{-4}}{12} \right) \right) \sim \frac{1}{3} \left(1 - \frac{0.63}{\rho} \right) \text{ si } \rho > 2$$

$$\rho = \frac{bi}{ei} \geq 1$$

Donde

Hc es el canto de la losa superior

B es el ancho de la losa asociada a la viga

N es el nº de rectángulos elementales i que definen la sección de la viga longitudinal aislada

Bi y ei dimensiones de los rectángulos elementales anteriormente mencionados.

Así, para la viga de borde, J se puede calcular:

$$K1 = 0.314$$

$$K2 = 0.256$$

$$K3 = 0.304$$

$$K4 = 0.256$$

$$K5 = 0.281$$

$$J = \frac{1.512 \times 0.25^3}{6} + 0.314 \times 1.1 \times 0.1^3 + 0.256 \times 0.34 \times 0.125^3 + 0.304 \times 1.3 \times 0.18^3 + 0.256 \times 0.34 \times 0.125^3 + 0.281 \times 0.8 \times 0.2^3 = 0.00874 \text{ m}^4$$

Y, procediendo del mismo modo, se obtiene para las vigas centrales :

$$J = 0.0103 \text{ m}^4$$

Para las vigas transversales:

$$J = \frac{bhc^3}{6}$$

Siendo

B el ancho de la losa que sustituye la barra multiplicado por el coeficiente $\sqrt[3]{\frac{fck \text{ losa}+8}{fck \text{ viga}+8}}$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Así, para las vigas transversales extremas se tendrá:

$$J = 0.0038 \text{ m}^4$$

Y para las centrales

$$J = 0.00755 \text{ m}^4$$

$$\text{Sabido que } I = \frac{1}{12} bh^3 = \frac{J}{2}$$

Por lo que en vigas extremas $I = 0.0019 \text{ m}^4$

Y en vigas centrales $I = 0.00755/2 = 0.0038 \text{ m}^4$

CONDICIONES DE SUSTENTACIÓN EN EL MODELO

En los apoyos de las vigas colocaremos un apoyo simple, donde se coaccionará los desplazamientos dejando libres los giros. Dicho apoyo actuará coaccionando los movimientos y los giros con una rigidez que dependerá de varios aspectos (dimensiones en planta, altura, número de chapas de acero, espesor de las chapas,...).

INTRODUCCIÓN DE ACCIONES

Cargas Gravitatorias:

-El peso propio de las vigas físicas se colocará sobre las vigas longitudinales mientras que el peso de la losa se dispondrá sobre las barras transversales.

-El pavimento se asigna a las barras transversales

-Las barreras (cargas lineales) se asignan a las vigas longitudinales de borde como carga vertical uniforme y momento torsor repartido.

-La sobrecarga repartida puede asignarse a las barras transversales.

-las cargas concentradas provenientes del modelo de tráfico que se esté analizando se reparte isostáticamente en los nudos.

En el caso abordado, la barrera se asimila a una carga en las vigas de borde como sigue:

-Carga vertical uniforme de valor $p = 12 \text{ KN/m}$

-Momento torsor uniforme de valor $t = 12 \cdot 0.85 = 10.2 \text{ KN}\cdot\text{m/m}$. Los 0,85 m provienen de la mitad de la anchura de la cabeza superior de la viga.

En lo que respecta a los modelos de tráfico, las cargas puntuales habrán de ser colocadas en diversas posiciones para obtener los pésimos resultados en cada sección en cuanto a momentos flectores y esfuerzos cortantes se refiere, como se ha hecho para los distintos casos del análisis estructural de las estructuras longitudinales.

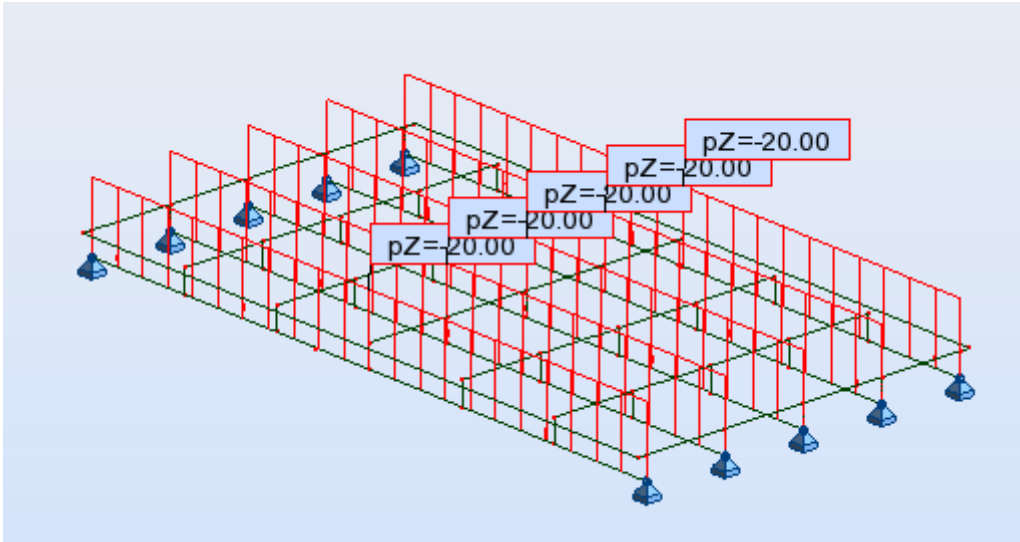
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Modelo de parrilla con las fuerzas puntuales

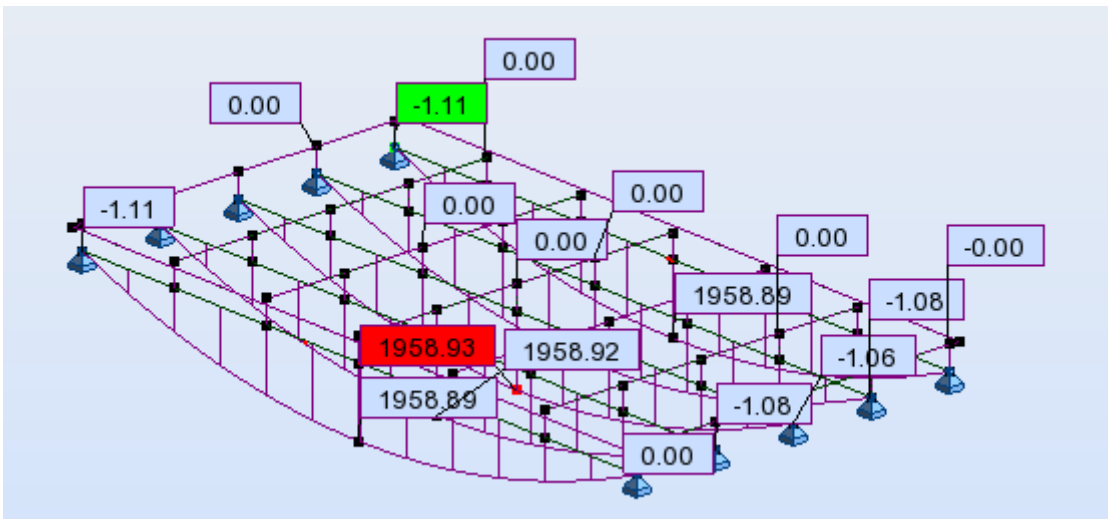
Obtenidos los máximos cortantes en apoyos de vigas por efecto de los modelos de carga de tráfico, se puede obtener en cualquier otra sección mediante

APLICACIÓN DEL PESO PROPIO DE LAS VIGAS

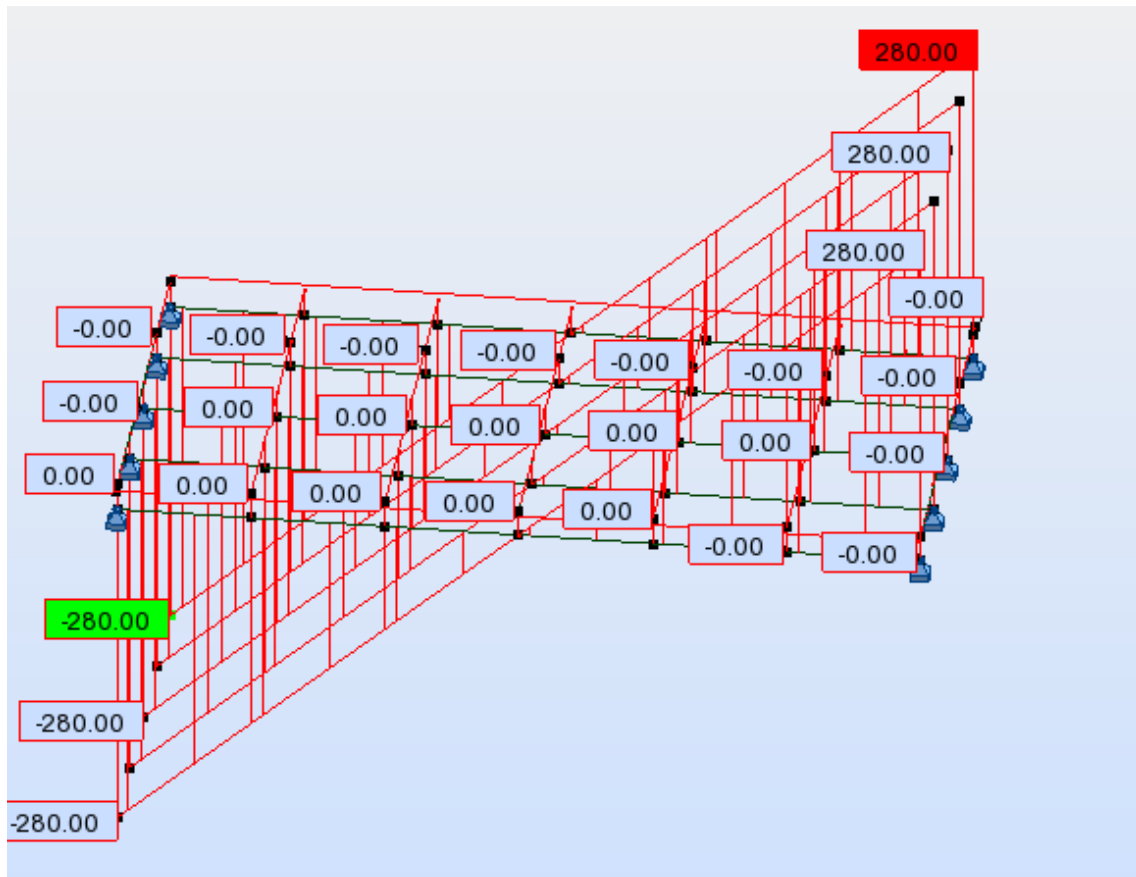
El peso propio de las vigas se aplica en forma de carga repartida longitudinalmente sobre su propio eje tal y como se muestra a continuación:



Que produce unos esfuerzos sobre las mismas representados en estos diagramas:



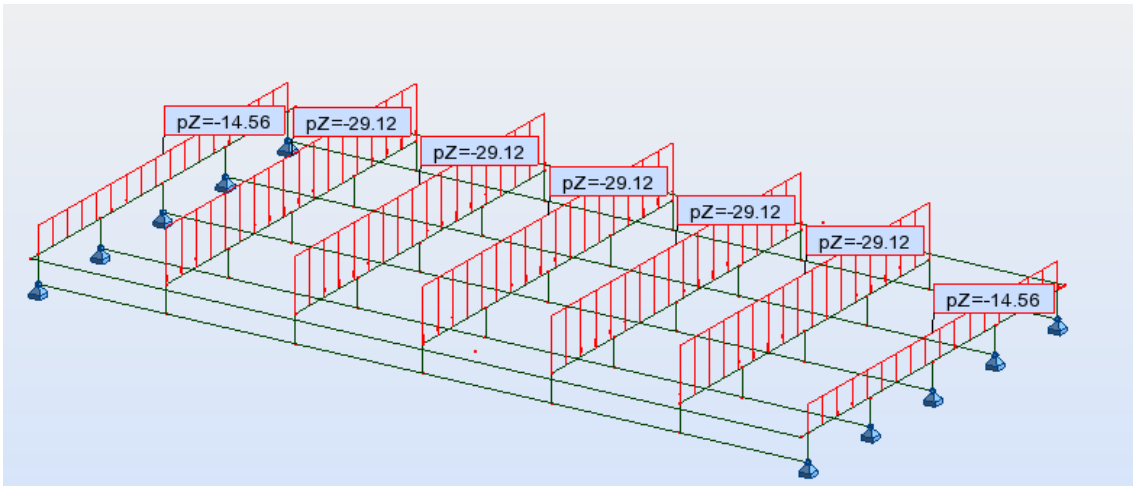
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



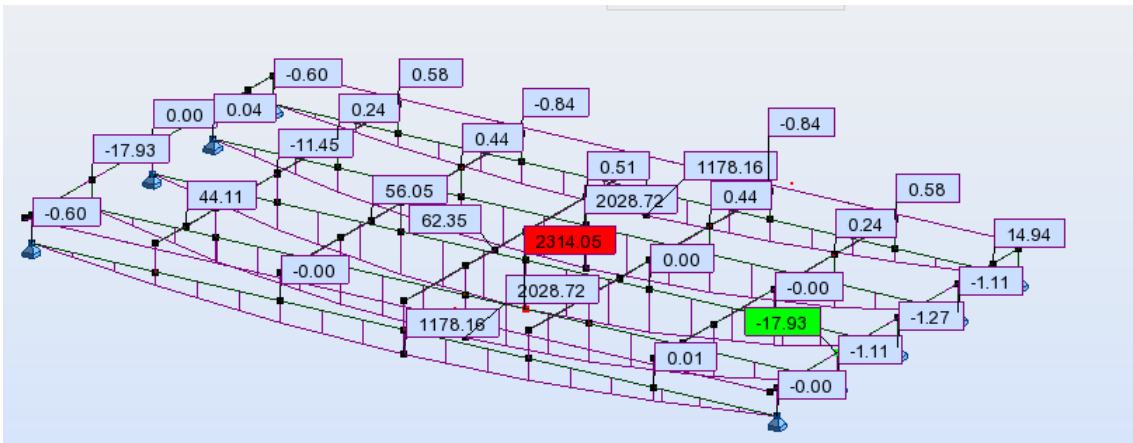
Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 7	0,00	1,46	280,00	-0,00	0,00	-0,00
2/ 7	0,00	-1,46	280,00	0,00	-0,00	0,00
3/ 7	0,00	1,38	280,00	0,00	-0,00	0,00
4/ 7	0,00	-1,38	280,00	0,00	0,00	-0,00
5/ 7	-0,00	1,34	280,00	-0,00	-0,00	0,00
6/ 7	-0,00	-1,34	280,00	0,00	-0,00	-0,00
7/ 7	-0,00	1,38	280,00	0,00	0,00	-0,00
8/ 7	-0,00	-1,38	280,00	0,00	-0,00	-0,00
9/ 7	-0,00	1,46	280,00	-0,00	-0,00	-0,00
10/ 7	-0,00	-1,46	280,00	0,00	-0,00	0,00
Case 7						
	DL6					
Sum of val.	0,00	0,00	2800,00	0,00	-0,00	-0,00
Sum of reac.	0,00	0,00	2800,00	39199,98	-19991,99	-0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	-2800,00	-39200,00	19992,00	0,0
Check val.	0,00	0,00	-0,00	-0,02	0,01	-0,00
Precision	4,69648e-006	3,05852e-013				

Se asigna el valor de la correspondiente carga de la losa en las barras transversales según la longitud de losa que recae sobre ellas, el espesor de la losa y el peso específico de esta:

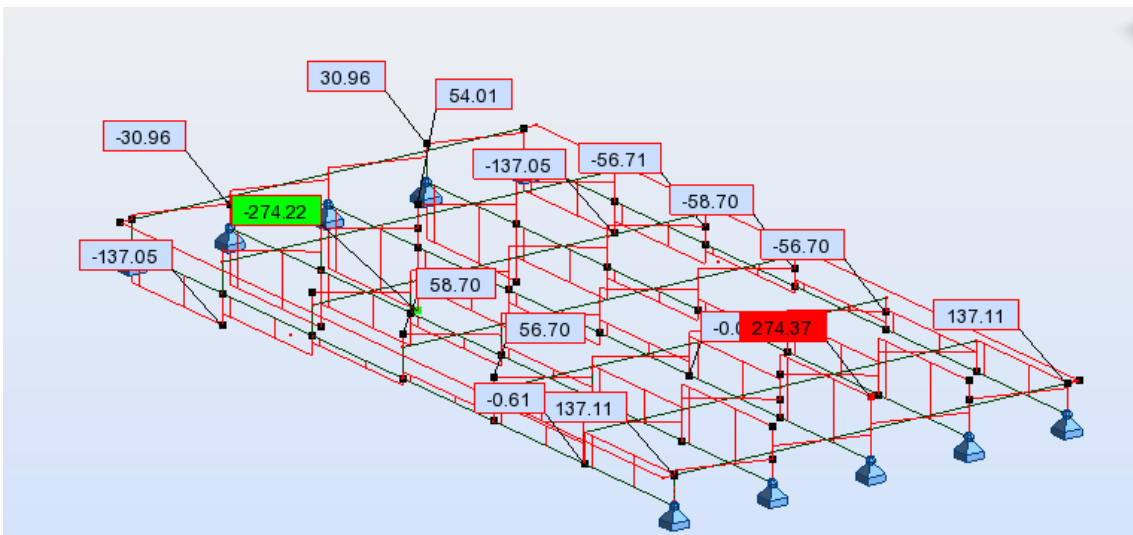
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Y esto produce momentos entorno al eje y:

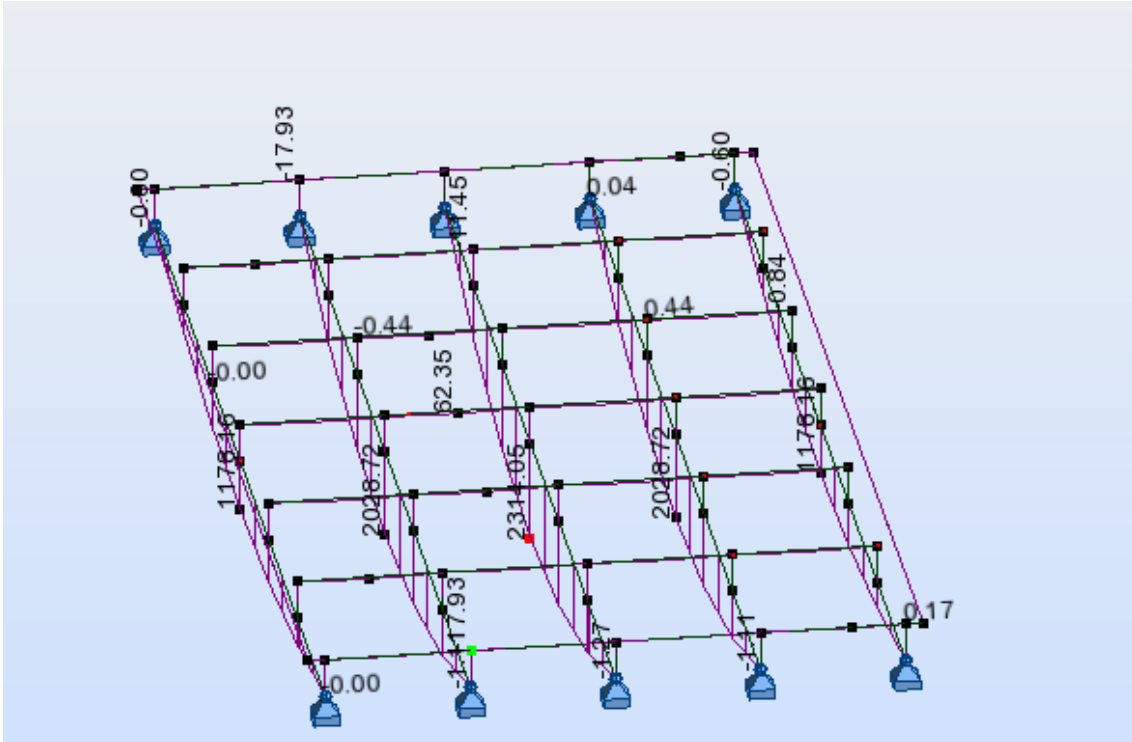


Cortantes en z:

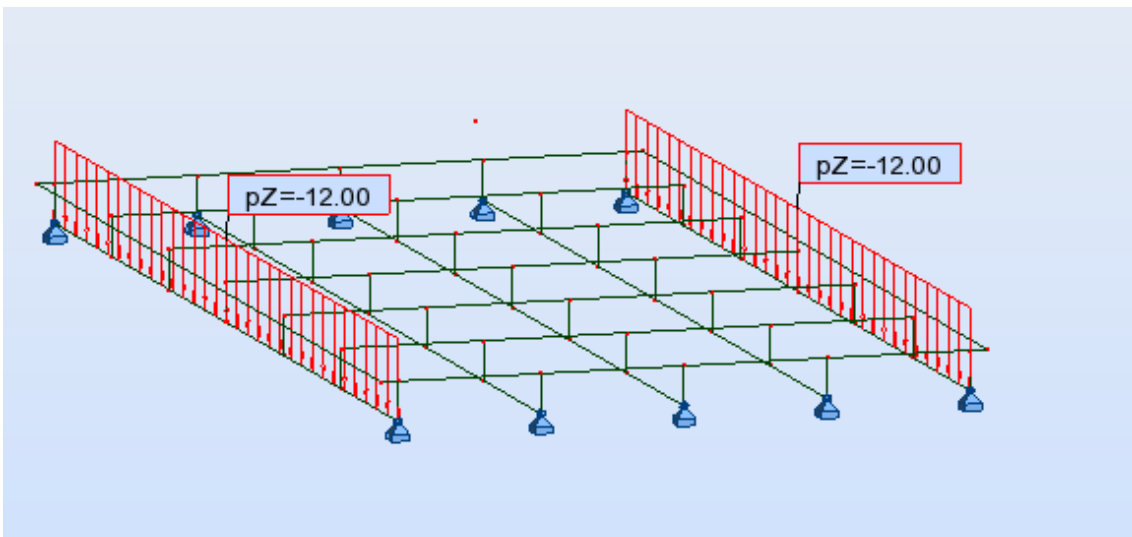


Momentos en las barras transversales:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

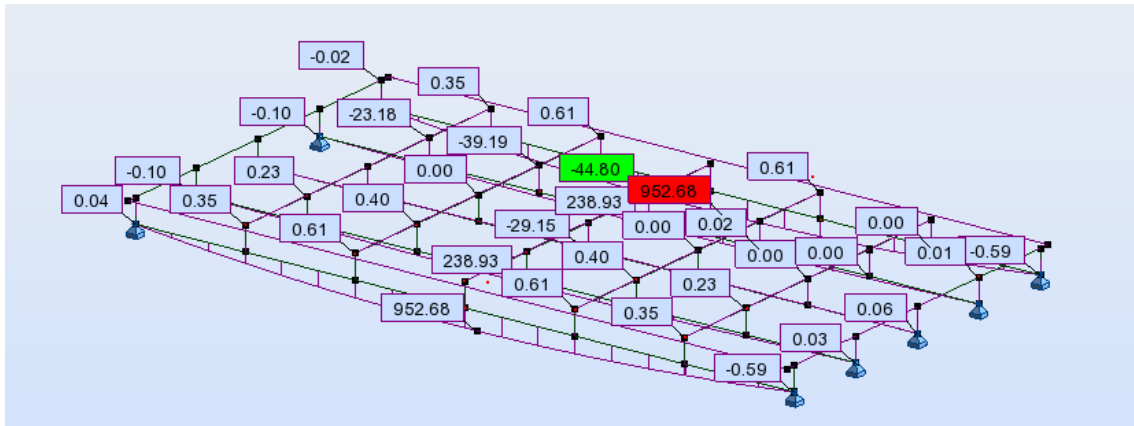


Aplicación del peso de las barreras. En este caso, como ya se ha comentado con anterioridad, la carga muerta proveniente de las barreras se aplicará en forma de una carga lineal distribuida a lo largo de las vigas de borde, per añadiéndole el valor del momento torsor producido debido a la distancia entre el borde superior de la viga y el eje de esta.

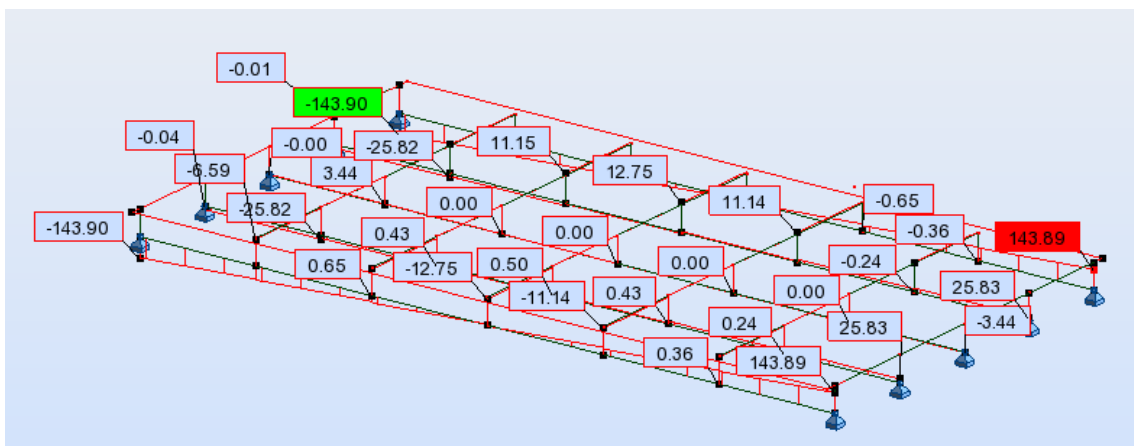


Momentos en y

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Esfuerzos cortantes:

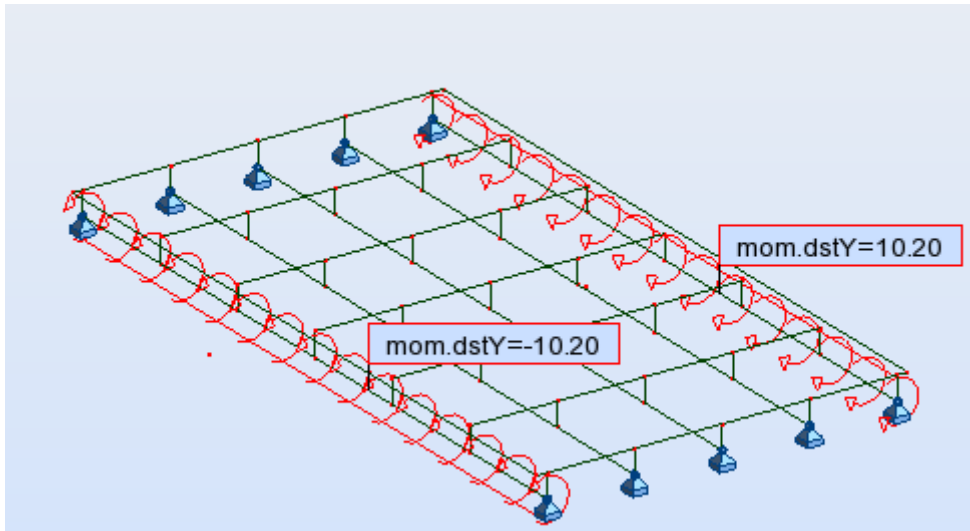


REACCIONES

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 5	-1,33	1,20	143,90	0,00	-0,00	0,00
2/ 5	-1,33	-1,20	143,90	0,00	-0,00	0,00
3/ 5	-0,87	-0,08	25,82	-0,00	-0,00	0,00
4/ 5	-0,87	0,08	25,82	0,00	0,00	0,00
5/ 5	-0,00	-0,52	-3,45	0,00	0,00	0,00
6/ 5	-0,00	0,52	-3,44	-0,00	0,00	-0,00
7/ 5	0,87	-0,08	25,82	0,00	0,00	0,00
8/ 5	0,87	0,08	25,82	0,00	0,00	-0,00
9/ 5	1,33	1,20	143,90	-0,00	0,00	0,00
10/ 5	1,33	-1,20	143,90	-0,00	-0,00	-0,00
Case 5						
	DL4					
Sum of val.	-0,00	0,00	672,00	-0,00	0,00	0,00
Sum of reac.	-0,00	0,00	672,00	9407,99	-4798,08	0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	-672,00	-9408,00	4798,08	0,0
Check val.	-0,00	0,00	-0,00	-0,01	0,00	0,00
Precision	1,92019e-006	1,28002e-012				

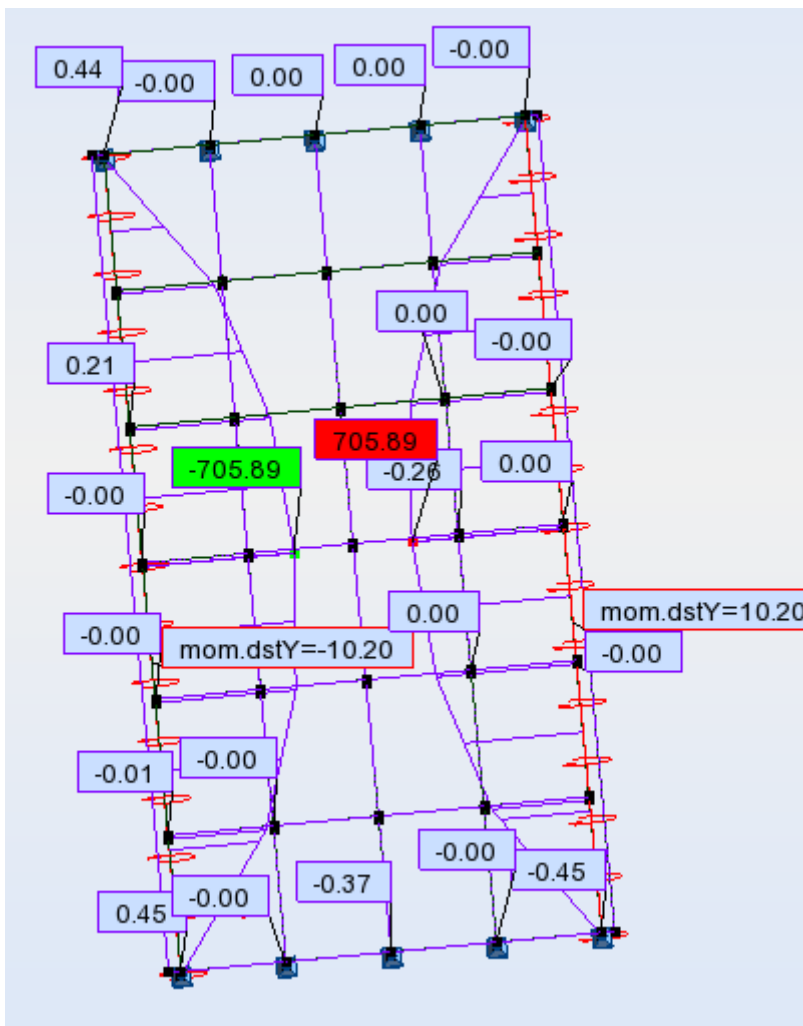
Y como ya se ha comentado también se le añade el efecto del torsor:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



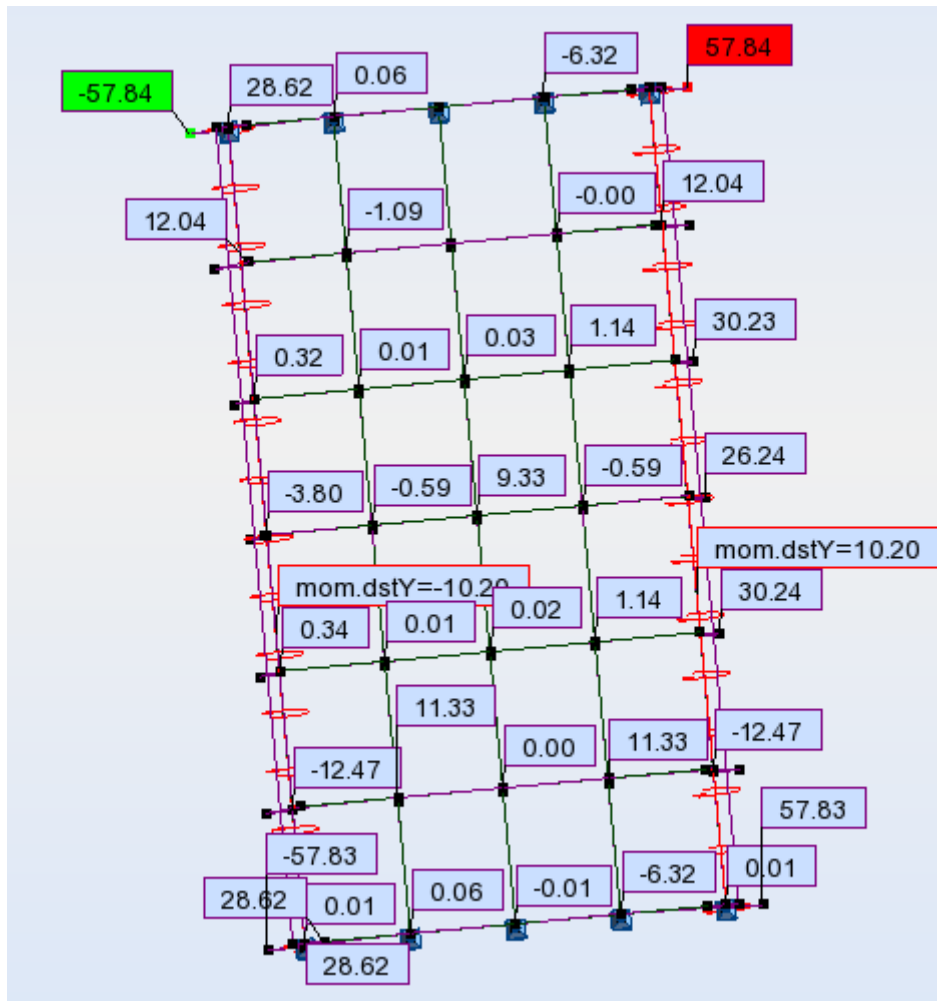
Y estos son los esfuerzos debidos a la excentricidad de la carga de las barreras respecto el eje de la viga:

Momentos en z



Momentos en y

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



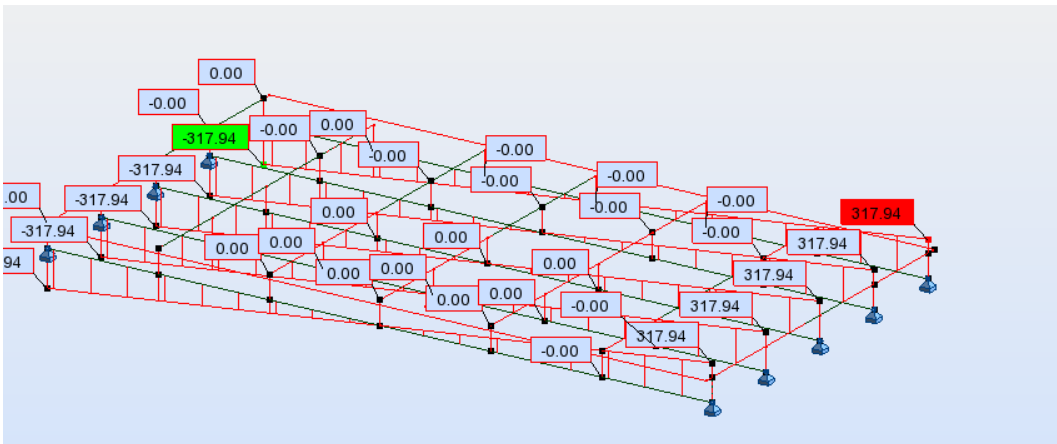
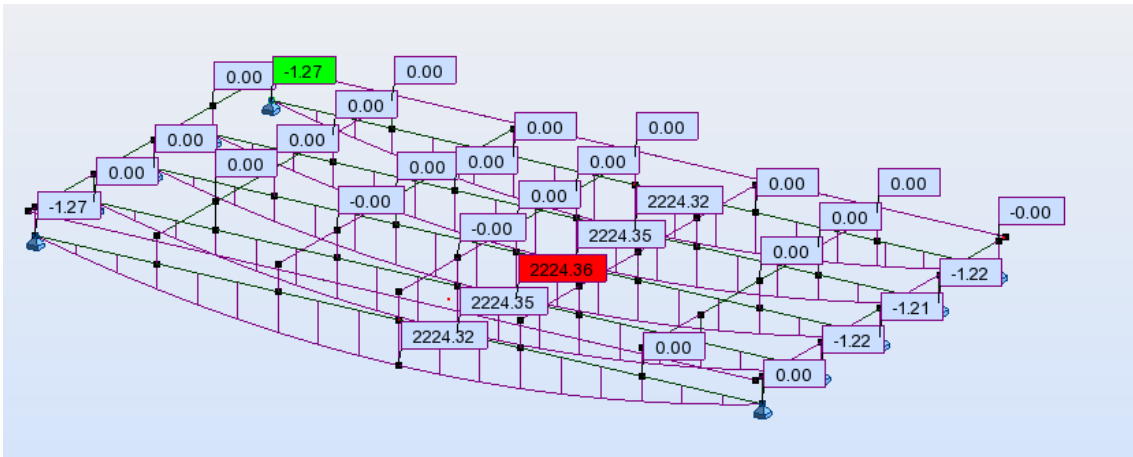
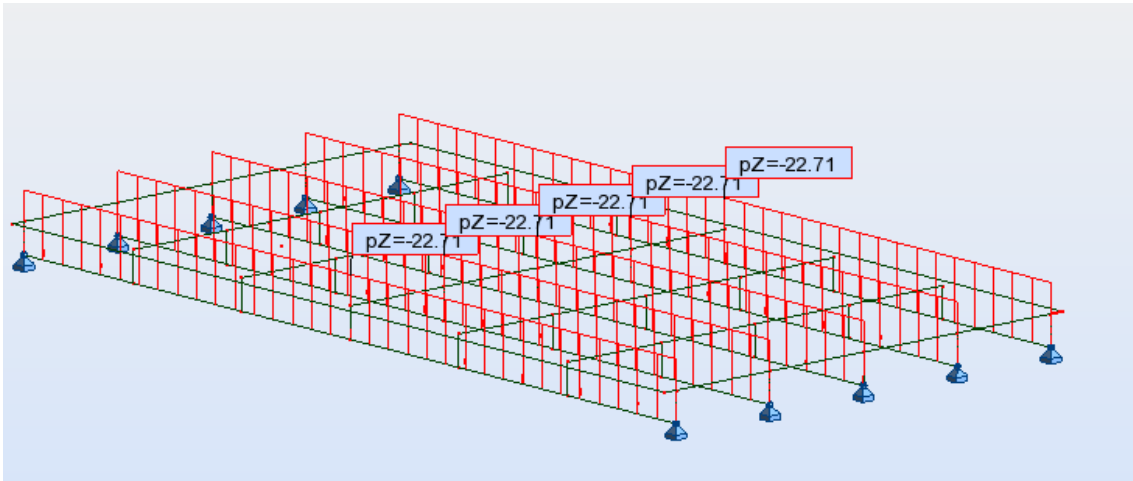
A efectos de cálculo se consideran despreciables.

Estas son las reacciones

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 6	-185,67	-0,02	-12,46	0,00	0,00	-0,00
2/ 6	-185,57	0,02	-12,46	-0,00	-0,00	-0,00
3/ 6	-0,05	0,01	14,53	-0,00	0,00	0,00
4/ 6	-0,05	-0,01	14,52	-0,00	0,00	-0,00
5/ 6	-0,00	0,02	-4,12	-0,00	0,00	0,00
6/ 6	-0,00	-0,02	-4,12	0,00	-0,00	-0,00
7/ 6	0,05	0,01	14,53	-0,00	0,00	0,00
8/ 6	0,05	-0,01	14,52	-0,00	-0,00	-0,00
9/ 6	185,67	-0,02	-12,46	0,00	0,00	0,00
10/ 6	185,57	0,02	-12,46	0,00	0,00	-0,00
Case 6	DL5					
Sum of val.	-0,00	-0,00	0,00	-0,00	0,00	-0,00
Sum of reac.	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Check val.	-0,00	-0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00
Precision	1,31638e-006	1,00000e+000				

Aplicación de la carga distribuida referente al LM1 ya calculado:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

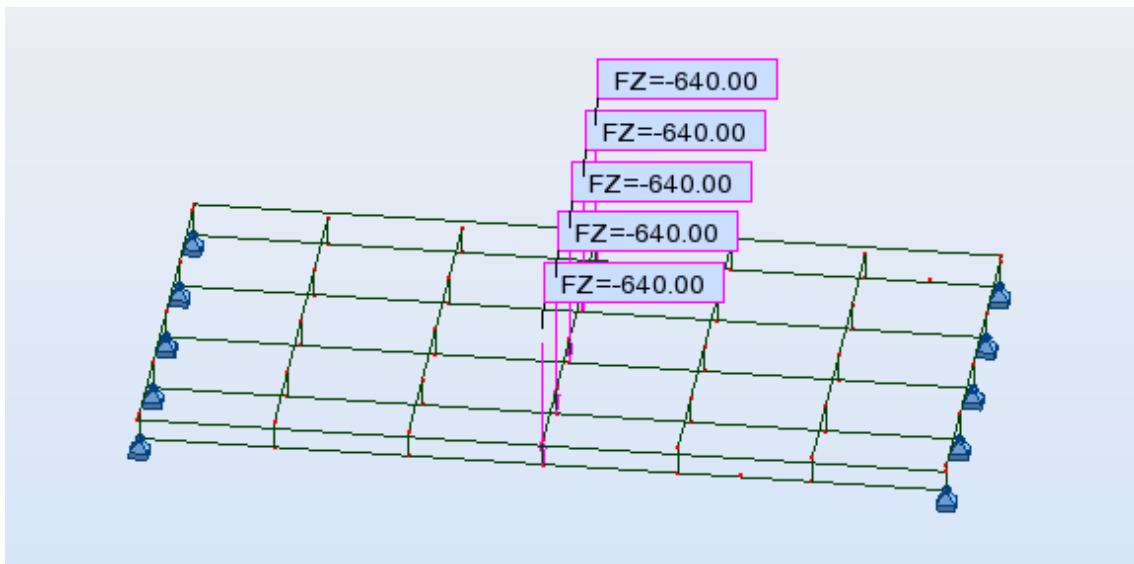


REACCIONES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

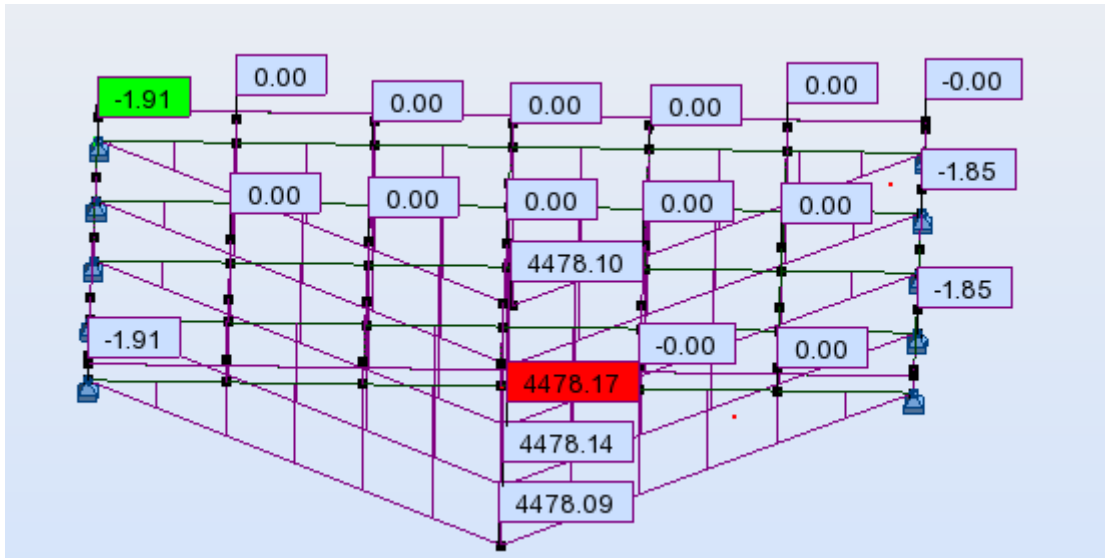
Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 2	0,00	1,65	317,94	0,00	-0,00	-0,00
2/ 2	0,00	-1,65	317,94	-0,00	0,00	0,00
3/ 2	0,00	1,56	317,94	-0,00	-0,00	0,00
4/ 2	0,00	-1,56	317,94	-0,00	0,00	-0,00
5/ 2	-0,00	1,53	317,94	-0,00	-0,00	-0,00
6/ 2	-0,00	-1,53	317,94	0,00	0,00	0,00
7/ 2	-0,00	1,56	317,94	0,00	-0,00	0,00
8/ 2	-0,00	-1,56	317,94	-0,00	-0,00	0,00
9/ 2	-0,00	1,65	317,94	-0,00	0,00	-0,00
10/ 2	-0,00	-1,65	317,94	0,00	0,00	0,00
Case 2	DL2					
Sum of val.	0,00	0,00	3179,40	-0,00	0,00	0,00
Sum of reac.	0,00	0,00	3179,40	44511,58	-22700,90	-0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	-3179,40	-44511,60	22700,92	0,0
Check val.	0,00	0,00	-0,00	-0,02	0,01	-0,00
Precision	5,30854e-006	3,05852e-013				

Aplicación de las cargas puntuales en centro de vano debidas al LM1:



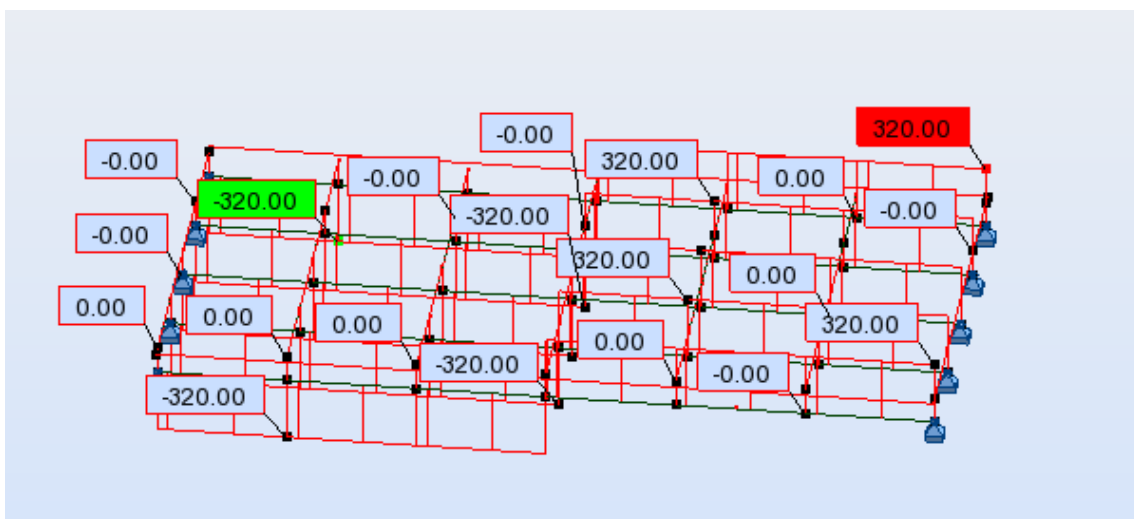
Momento debido a la aplicación de las fuerzas puntuales.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



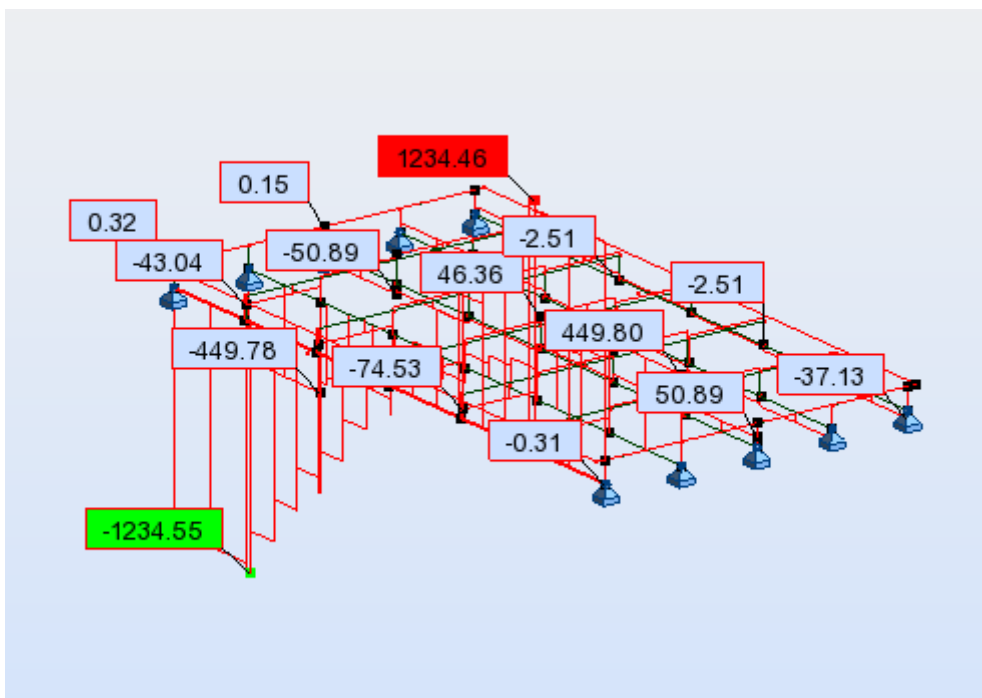
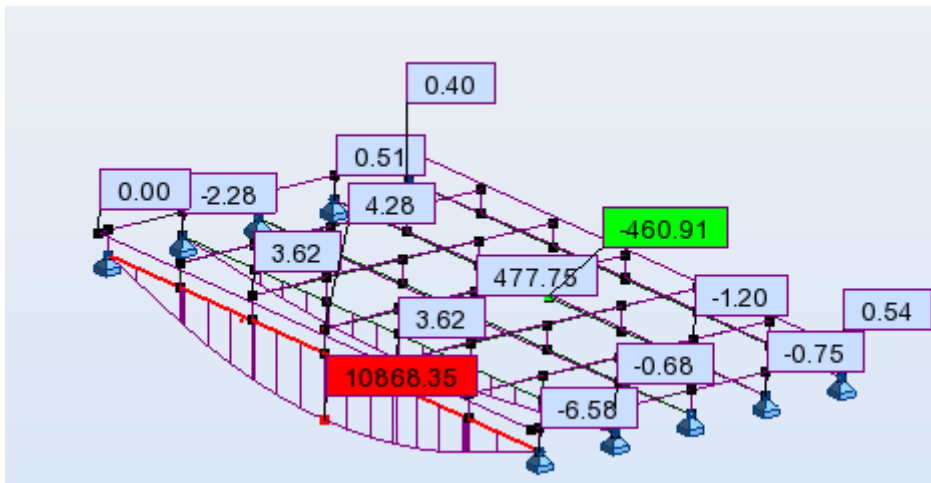
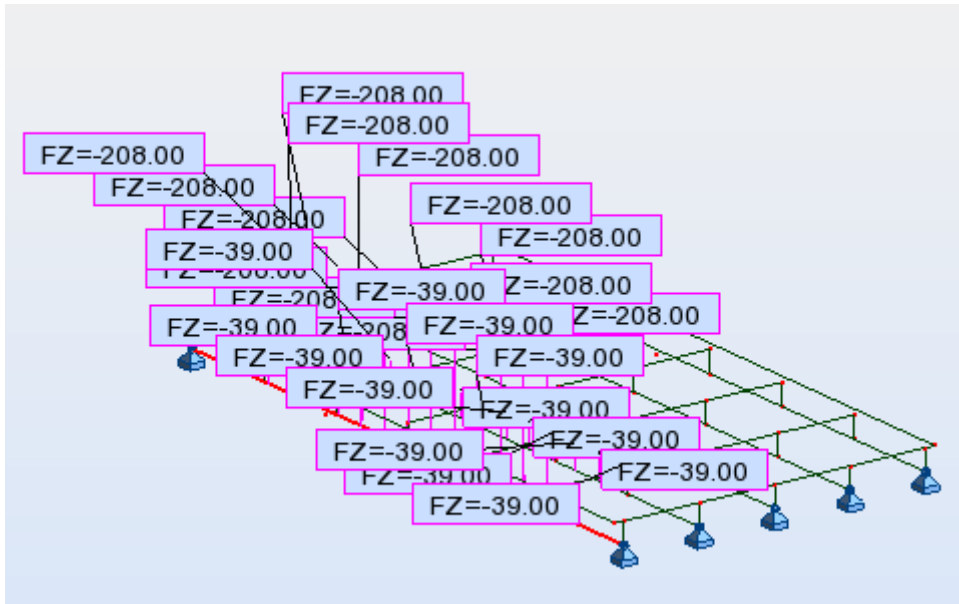
Los esfuerzos producido por el LM3 en el que se aplican

Esfuerzos cortantes



APLICACIÓN DE LAS CARGAS PRODUCIDAS PORE LOAD MODEL 3

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

REACCIONES:

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1/ 9	-6,98	11,47	1191,82	-0,00	-0,00	0,00
2/ 9	-6,98	-11,47	1191,84	0,00	-0,00	0,00
3/ 9	-3,96	1,95	449,64	-0,00	0,00	-0,00
4/ 9	-3,96	-1,96	449,62	0,00	-0,00	0,00
5/ 9	1,41	-2,12	50,88	-0,00	0,00	-0,00
6/ 9	1,41	2,12	50,88	0,00	-0,00	-0,00
7/ 9	4,43	-1,61	-49,48	0,00	0,00	0,00
8/ 9	4,43	1,60	-49,47	-0,00	-0,00	-0,00
9/ 9	5,09	0,62	-37,37	-0,00	0,00	-0,00
10/ 9	5,09	-0,61	-37,37	-0,00	0,00	-0,00
Case 9	DL8					
Sum of val.	-0,00	0,00	3211,00	0,00	0,00	0,00
Sum of reac.	-0,00	0,00	3211,00	44954,01	-1809,99	0,00
Sum of forc.	0,0	0,0	-3211,00	-44954,00	1809,99	0,0
Check val.	-0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Precision	1,91704e-006	1,31436e-014				

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Una vez caracterizadas todas las acciones por separado, estas se han de combinar como se ha descrito con anterioridad.

Para ello, el proyectista ha usado hojas de cálculo teniendo en cuenta los factores de seguridad de minoración de resistencia de los materiales, la mayoración de los efectos de las acciones y se han usado los coeficientes de simultaneidad de combinación según las combinaciones a utilizar.

Para el dimensionamiento de los elementos se usan las cargas de cálculo obtenidas anteriormente.

Se dimensiona para las combinaciones más desfavorables de los elementos, haciendo uso de las envolventes obtenidas en todos los casos posibles de carga, de cara a asegurar la estabilidad del conjunto de la estructura.

Luego se procede a comprobar en combinaciones cuasipermanentes que no se superen las tensiones máximas admisibles en los materiales, anchos de fisura máximos y deformaciones admisibles de cara a garantizar unas condiciones de servicio que se adecuen a lo estipulado en las normativas y que garanticen la funcionalidad de la estructura a lo largo de la vida útil.

COMBINACIONES FUNDAMENTALES DE ACCIONES:

Las combinaciones a ser consideradas para verificaciones estructurales (STR) en Estado Límite Último determinadas según 4.2 y la tabla A.2.4(B) de EN1990 y aplicando la ecuación 6.10 de EN1990 están sintetizadas a seguir:

$$\sum_{j \geq 1} (1,35 G_{kj,sup} \text{ or } 1,00 G_{kj,inf}) "+" (1,00 \text{ or } 0) \times S "+" \left\{ \begin{array}{l} \text{Leading action, } \mathbf{gr1a} \\ \text{accompanying} \\ 1,35 \times (TS + UDL + q_{fk}^*) + 1,5 \times \left\{ \begin{array}{l} \min(0,6 F_{wk}, F_w^*) \\ \text{or } 0,6 T_k \end{array} \right. \\ 1,35 \text{ gr1b} \\ 1,35 \text{ gr2} + 1,5 \times 0,6 T_k \\ 1,35 (\text{gr3 or gr4}) + 1,5 \times 0,6 T_k \\ 1,35 \text{ gr5} \\ 1,5 T_k + 1,35 \times (0,75 TS + 0,4 UDL + 0,4 q_{fk}^*) \\ 1,5 F_{wk} \\ 1,5 Q_{Sn,k} \end{array} \right. \underbrace{\hspace{10em}}_{\mathbf{\psi_0 gr1a}}$$

Donde

S representa los asentamientos

TS y UDL son el sistema tándem y la carga uniformemente distribuida del LM1 respectivamente

q*fk es el valor de combinación de la carga peatonal

Qsn,k representa la carga por nieve

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

F_{wk} la carga del viento

F^*_{wk} la fuerza ejercida por el viento

F^*_w el mayor valor de la fuerza de viento compatible con tráfico normal

T_k es la acción térmica.

Es importante recordar que el factor parcial de seguridad para efectos desfavorables del tráfico en puentes de carretera es de 1,35

Con el mismo significado en las variables y los símbolos, las combinaciones de acciones a ser consideradas en las verificaciones de ELS pueden ser escritas: Las combinaciones características de acciones son

$$\sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} \text{ or } G_{kj, \text{inf}}) "+" (1,00 \text{ or } 0) \times S "+" \left\{ \begin{array}{l} \text{Leading action, } \mathbf{gr1a} \\ \text{accompanying} \\ (TS + UDL + q_{rk}^*) + \left\{ \begin{array}{l} \min(0,6 F_{wk}, F_w^*) \\ \text{or } 0,6 T_k \end{array} \right. \\ gr1b \\ gr2 + 0,6 T_k \\ (gr3 \text{ or } gr4) + 0,6 T_k \\ gr5 \\ T_k + \underbrace{(0,75TS + 0,4UDL + 0,4q_{rk}^*)}_{\mathbf{\psi_0 gr1a}} \\ F_{wk} \\ Q_{Sn,k} \end{array} \right.$$


Las combinaciones frecuentes de acciones son:

$$\sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} \text{ or } G_{kj, \text{inf}}) "+" (1,00 \text{ or } 0) \times S "+" \left\{ \begin{array}{l} \text{Leading action, } \mathbf{\psi_1 gr1a} \\ \text{accompanying} \\ \underbrace{(0,75TS + 0,4UDL)}_{\mathbf{\psi_1 gr1a}} + 0,5 T_k \\ 0,75 gr1b \\ 0,4 gr3 + 0,5 T_k \\ 0,75 gr4 + 0,5 T_k \\ 0,2 F_{wk} \\ 0,6 T_k \end{array} \right.$$

Finalmente las quasi permanentes vienen a ser:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Leading action (no accompanying)


$$\sum_{j \geq 1} (G_{kj, \text{sup}} \text{ or } G_{kj, \text{inf}}) + (1,00 \text{ or } 0) \times S + 0,5 T_k$$

MATERIALES

HORMIGÓN

Los siguientes apartados proporcionan los principios y reglas empleadas para el hormigón en este proyecto.

Resistencia:

La resistencia a compresión del hormigón se indica mediante las clases resistentes del hormigón, las cuales están relacionadas con la resistencia característica en probeta cilíndrica (5%) f_{ck} o la resistencia característica en probeta cúbica f_{ck} cube conforme la norma EN- 206-1

Las clases resistentes en el Eurocódigo se basan en la resistencia característica en probeta cilíndrica f_{ck} , determinada a los 28 días.

Las resistencias características para f_{ck} y las características mecánicas correspondientes necesarias para el proyecto se proporcionan a seguir.

En ceste proyecto es apropiado evaluar la resistencia del hormigón a compresión antes de los 28 días para el pretensado, y estará basada en pruebas de probetas guardadas bajo otras condiciones que se describen en la Norma EN 12390.

En este caso se debe de saber la resistencia a compresión $f_{ck}(t)$ a una edad (t) para un número de etapas (en el momento de transferencia del pretensado) donde:

$$f_{ck}(t) = f_{cm}(t) - 8 \text{ (MPa)} \quad \text{para } 3 < t < 28 \text{ días}$$

$$f_{ck}(t) = f_{ck} \quad \text{para } t \geq 28 \text{ días}$$

Unos valores más precisos se deberían basar en ensayos, se recomienda sobretodo para $t < 3$ días. En este caso $t=5$ días así que no se considera necesaria esta opción.

La redsistencia a compresión a una edad t depende de la clase de cemento, la temperatura y las condiciones del curado. Para una temperatura media de 20°C y un curado conforme la Norma EN 12390, la resistencia del hormigón a compresión a distintas edades $f_{cm}(t)$ se puede estimar a partir de las ecuaciones siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$f_{cm}(t) = \beta_{cc}(t) f_{cm}$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t} \right)^{1/2} \right] \right\}$$

Donde:

$f_{cm}(t)$ es la resistencia media del hormigón a compresión a una edad t días

f_{cm} es la resistencia media a compresión a los 28 días conforme en la siguiente tabla

$\beta_{cc}(t)$ es un coeficiente que depende de la edad del hormigón t

T es la edad del hormigón en días

S es un coeficiente que depende del tipo de cemento y que se tomará =0.25 para el hormigón in situ y 0,2 para el prefabricado.

El desarrollo de la resistencia a tracción con la edad está muy influenciado por las condiciones de curado y secado así como por las dimensiones de los elementos estructurales. Como primera aproximación se puede suponer que la resistencia a tracción $f_{ctm}(t)$ es igual a:

$$f_{ctm}(t) = (\beta_{cc}(t))^{\alpha} \cdot f_{ctm}$$

Donde

$\alpha=1$ para $t < 28$ días


$\alpha=2/3$ para $t > 28$ días

Deformaciones elásticas

Las deformaciones elásticas del hormigón dependen en gran medida en su composición (especialmente de los áridos). Los valores dados serán aplicados generalmente en este proyecto. Los módulos de elasticidad del hormigón están controlados por los módulos de elasticidad de sus componentes. En la siguiente tabla se indican unos valores aproximados para el valor secante del módulo de elasticidad E_{cm} entre una tensión de compresión de entre el 0 y el 40% f_{cm} para áridos cuarcíticos. Para áridos de piedra caliza y arenisca se debería reducir en un 10 y un 30 % respectivamente. Para áridos de basalto aumentar en un 20%.


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Las propiedades del hormigón escogido para cimentaciones, pilares dinteles y losa quedan reflejadas en la siguiente tabla:

															Relación analítica/Explicación
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,base}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8(\text{MPa})$
f_{cm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{cm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{cm} = 2,12 \cdot \ln(1 + f_{cm}/10) > 50/60$
$f_{ck,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ck,0,05} = 0,7 \times f_{cm}$ 5% fractil
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ck,0,95} = 1,3 \times f_{cm}$ 95% fractil
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{0,3}$ (f_{cm} en MPa)
ϵ_{ci} (‰)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	véase la figura 3.2 $\epsilon_{ci}^{(0/100)} = 0,7 f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$
ϵ_{cul} (‰)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	véase la figura 3.2 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{cul}^{(0/100)} = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
ϵ_{c2} (‰)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	véase la figura 3.3 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{c2}^{(0/100)} = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,33}$
ϵ_{cul} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	véase la figura 3.3 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{cul}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
ϵ_{cs} (‰)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	véase la figura 3.4 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{cs}^{(0/100)} = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
ϵ_{cul} (‰)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	véase la figura 3.4 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{cul}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El hormigón de las vigas prefabricadas tiene las siguientes propiedades:

															Relación analítica/Explicación
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,med}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \ln(1 + (f_{cm}/10)) > 50/60$
$f_{ck,0,05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ck,0,05} = 0,7 \times f_{cm}$ 5% fractil
$f_{ck,0,95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ck,0,95} = 1,3 \times f_{cm}$ 95% fractil
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22[(f_{cm})/10]^{1,3}$ (f_{cm} en MPa)
ϵ_{ci} (%)	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	véase la figura 3.2 $\epsilon_{ci}^{(0/100)} = 0,7 f_{cm}^{0,31} \leq 2,8$
ϵ_{cul} (%)	3,5									3,2	3,0	2,8	2,8	2,8	véase la figura 3.2 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{cul}^{(0/100)} = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
ϵ_{c2} (%)	2,0									2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	véase la figura 3.3 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{c2}^{(0/100)} = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,53}$
ϵ_{c22} (%)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	véase la figura 3.3 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{c22}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,0									1,75	1,6	1,45	1,4	1,4	para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
ϵ_{c3} (%)	1,75									1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	véase la figura 3.4 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{c3}^{(0/100)} = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
ϵ_{c33} (%)	3,5									3,1	2,9	2,7	2,6	2,6	véase la figura 3.4 para $f_{ck} \geq 50$ Mpa $\epsilon_{c33}^{(0/100)} = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

El módulo de elasticidad se puede determinar con la edad mediante:

$$E_{cm}(t) = (f_{cm}(t) / f_{cm})^{0,3} E_{cm}$$

Donde $E_{cm}(t)$ y $f_{cm}(t)$ son los valores a una edad de t días y E_{cm} y f_{cm} son los valores determinados a una edad de 28 días. La relación entre $f_{cm}(t)$ y f_{cm} se obtiene con las expresiones descritas anteriormente.

El coeficiente de Poisson se considera igual a 0,2 para hormigón sin fisurar y 0 en hormigón fisurado.

El coeficiente de dilatación térmica se toma como $1 \cdot 10^{-6}$

Fluencia y retracción:

La fluencia y la retracción dependen fundamentalmente de la humedad ambiental, de las dimensiones del elemento y de la composición del hormigón. La fluencia va también influenciada por la madurez del hormigón en el momento de la primera carga y depende de la duración y magnitud de esta.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

La deformación por fluencia del hormigón Ecc a edad $t=\infty$ para una tensión a compresión constante aplicada a la edad del hormigón t_0 viene dada por:

$$\varepsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \cdot (\sigma_c / E_c)$$

Si la tensión a compresión del hormigón a una edad t_0 es mayor que el valor de $0,45f_{ck}(t_0)$, se debería de considerar una fluencia no lineal. Este aspecto tendrá que ser tenido en cuenta para el caso abordado.

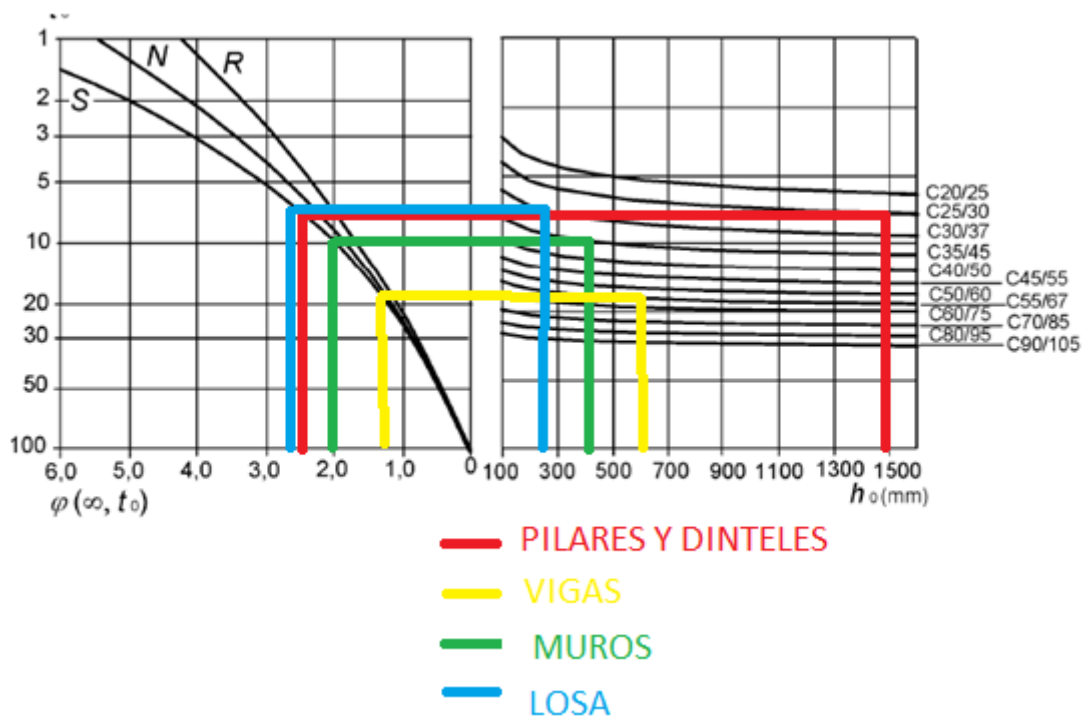
$$\varphi_{nl}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \exp(1,5 (k_\sigma - 0,45))$$

Donde

$\varphi_{nl}(\infty, t_0)$ es el coeficiente no lineal de fluencia

k_σ es el cociente entre la tensión y la resistencia a la compresión característica del hormigón en el momento de aplicación de la carga (t_0).

Considerando unas condiciones de exterior con una humedad relativa del ambiente del 80% se puede obtener el coeficiente de fluencia a largo plazo de las siguientes gráficas:



Donde

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

T0 es la edad del hormigón en el momento de aplicación de la carga, en días

H0 es el espesor media=2Ac/u donde Ac es el área de la sección transversal del hormigón y u es el perímetro de la parte que está expuesta al secado

S, N y R según la clase de cemento empleado

Así quedan definidos los coeficientes de fluencia, que permitirán obtener la reducción del módulo de elasticidad.

La deformación unitaria total de retracción de los elementos se compone de la deformación unitaria de retracción por secado y la deformación unitaria autógena de retracción. La deformación unitaria autógena de retracción se desarrolla durante el endurecimiento del hormigón; la mayor parte se desarrolla en los primeros días después del vertido del material. La retracción autógena es una función lineal de la resistencia del hormigón. Se debería considerar específicamente cuando el hormigón nuevo se vierte sobre hormigón endurecido.

Así pues, los valores de la deformación unitaria total de retracción se deducen de la siguiente expresión:

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

donde

ε_{cs} es deformación unitaria total de retracción;

ε_{cd} es la deformación unitaria de retracción por secado;

ε_{ca} es la deformación unitaria autógena de retracción.

Valores de Ecd,0 pueden ser obtenidos de la siguiente tabla que propone el Eurocódigo:

$f_{ck} / f_{ck, cube}$ (MPa)	Humedad relativa (en %)					
	20	40	60	80	90	100
20/25	0,62	0,58	0,49	0,30	0,17	0,00
40/50	0,48	0,46	0,38	0,24	0,13	0,00
60/75	0,38	0,36	0,30	0,19	0,10	0,00
80/95	0,30	0,28	0,24	0,15	0,08	0,00
90/105	0,27	0,25	0,21	0,13	0,07	0,00

El valor final de la deformación unitaria de retracción por secado Ecd,infinito es igual a kh·Ecd,0.

Estos valores se pueden ver alterados con un 30% en sus resultados.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El desarrollo de la deformación unitaria de retracción por secado en el tiempo se obtiene de:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \varepsilon_{cd,0}$$

Donde k_h depende de h_0 conforme a la siguiente tabla:

h_0	k_h
100	1,0
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04\sqrt{h_0^3}}$$

Donde

T_s es la edad del hormigón (en días) al principio de la retracción por secado (o hinchamiento). Normalmente esto sucede al final del curado

La deformación unitaria autógena de retracción se deduce de:

$$\varepsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca}(\infty)$$

Donde

$$\varepsilon_{ca}(\infty) = 2,5 (f_{ck} - 10)10^{-6}$$

Y

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2t^{0,5})$$

Donde t se expresa en días

CLASE DE EXPOSICIÓN

El Eurocódigo define los siguientes tipos de clase de exposición:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Designación de la clase	Descripción del entorno	Ejemplos informativos donde pueden existir las clases de exposición
1. Sin riesgo de ataque por corrosión		
X0	Para hormigón sin armadura o metal embebido: todas las exposiciones salvo donde haya ataque hielo/deshielo, abrasión o ataque químico Para hormigón con armadura o metal embebido: muy seco	Hormigón dentro de edificios con un nivel de humedad ambiental muy bajo
2. Corrosión inducida por carbonatación		
XC1	Seco o permanentemente húmedo	Hormigón dentro de edificios con nivel de humedad ambiental muy bajo. Hormigón permanentemente sumergido en agua
XC2	Húmedo, raramente seco	Superficies de hormigón sometidas al contacto con agua un periodo de largo tiempo. Muchas cimentaciones
XC3	Humedad moderada	Hormigón dentro de edificios con humedad ambiental moderada o elevada Hormigón en el exterior, protegido de la lluvia
XC4	Sequedad y humedad cíclicas	Superficies de hormigón sometidas al contacto con agua, no incluidas en la clase de exposición XC2
3. Corrosión inducida por cloruros		
XD1	Humedad moderada	Superficies del hormigón expuestas a cloruros en la atmósfera
XD2	Húmedo, raramente seco	Piscinas Componentes de hormigón expuestos a aguas industriales que contienen cloruros
XD3	Sequedad y humedad cíclicas	Partes de puentes expuestos al riego conteniendo cloruros Pavimentos Losas en aparcamientos de coches
4. Corrosión inducida por cloruros de agua marina		
XS1	Exposición al aire saturado de sal pero no en contacto directo con el agua del mar	Estructuras cerca de o en la costa
XS2	Permanentemente sumergida	Partes de estructuras marinas
XS3	Zonas de mareas, salpicaduras y aspersiones	Partes de estructuras marinas

En el caso abordado, dado que la obra a proyectar se encuentra a menos de 5 km de la costa, todos los elementos que tienen alguna de sus caras expuestas al aire exterior (todos los elementos estructurales empleados en este proyecto a excepción del hormigón de la losa y las cimentaciones) son categorizadas como XS1 (corrosión inducida por cloruros de agua marina) que se aplica a elementos de estructuras cerca o en la costa.

DURABILIDAD

De cara a garantizar una adecuada durabilidad de los elementos estructurales de hormigón, se dispone de recubrimientos mínimos

$$c_{nom} = c_{min.} + \Delta c_{dev}$$

Donde

$$c_{min.} = \max. \{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10mm\}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- $c_{min,b}$ recubrimiento mínimo debido al requisito de adherencia
- $c_{min,dur}$ recubrimiento mínimo debido a las condiciones ambientales
- $\Delta c_{dur,\gamma}$ término de seguridad adicional
- $\Delta c_{dur,st}$ reducción del recubrimiento mínimo por el uso de acero inoxidable,
- $\Delta c_{dur,add}$ reducción del recubrimiento mínimo por el uso de protección adicional

Y c_{dev} se adopta 0 mm.

Clase estructural							
Criterio	Clase de exposición conforme a la tabla 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1	XD2/XS1	XD3/XS2/XS3
Vida útil del proyecto de 100 años	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases	Se aumenta 2 clases
Clase de Resistencia ¹⁾²⁾	≥ C30/37 Se reduce 1 clase	≥ C30/37 Se reduce 1 clase	≥ C35/45 Se reduce 1 clase	≥ C40/50 Se reduce 1 clase	≥ C40/50 Se reduce 1 clase	≥ C40/50 Se reduce 1 clase	≥ C45/55 Se reduce 1 clase
Elemento con geometría de placa (la posición de la armadura no se ve afectada por el proceso de construcción)	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase
Control de calidad especial asegurado de la producción del hormigón	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase	Se reduce 1 clase

1) La clase resistente y el coeficiente a/c se consideran valores relacionados. Se puede considerar una composición especial (tipo de cemento, valor a/c, filler) con la intención de producir permeabilidad baja.
2) El límite se puede reducir en una clase resistente si se aplica una occlusión de aire de más del 4%.

Para los elementos en clase de exposición XS1 de este proyecto la clase estructural es S4, por lo que el valor de c_{min} se puede obtener de la siguiente tabla:

Requisito ambiental para $c_{min,dur}$ (mm)							
Clase estructural	Clase de exposición conforme con la tabla 4.1						
	X0	XC1	XC2/XC3	XC4	XD1/XS1	XD2/XS2	XD3/XS3
S1	10	10	10	15	20	25	30
S2	10	10	15	20	25	30	35
S3	10	10	20	25	30	35	40
S4	10	15	25	30	35	40	45
S5	15	20	30	35	40	45	50
S6	20	25	35	40	45	50	55

Con un valor de recubrimiento total de $C = 35$ mm en todos los elementos expuestos a XS1.

PREDIMENSIONADO DEL PRETENSADO

Una vez se ha definido el recubrimiento, sabiendo las dimensiones de las vigas se puede calcular el canto útil.

$$D = 2.15 - 0.25/2 - 0.18/2 = 1.935 \text{ m}$$

El Momento producido por el peso propio y las cargas permanentes es de 7345 KNm.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Por lo que la fuerza de pretensado será de

$$P = M_{pp}/d = 7345 / 1.935 = 3796 \text{ KN}$$

Con el límite elástico del acero activo de 1860 MPa de resistencia característica y un valor de cálculo de $1860/1.15 = 1617 \text{ MPa}$.

Entonces, el área de armadura activa a disponer es de $3796/1617000 = 24 \text{ cm}^2$

Si se disponen cables de 15mm de diámetro (es decir 0.6”) con 1.3935 cm^2 se obtiene un total de 18 cables en el ala inferior.

Los espaciamientos mínimos entre cables es tal que $d > 20 \text{ mm}$ y el recubrimiento como ya se ha comentado es de 45 mm para todos los elementos, siendo el control intenso.

Los 18 cables caben en una hilera ya que

$$2 \times 4.5 + 18 \times 1.5 + 17 \times 2 = 70 < 80 \text{ cm}$$

Pero el proyectista ha preferido en este caso disponer dichos cables con un espaciamiento mayor al mínimo (aunque ello conlleve una menor optimización de las características del material).

Disponiendo los cables a 5 cm de distancia entre ejes se obtiene:

$$(n - 1) \times 5 + 1.5 + 2 \times 4.5 = 80$$

Donde n es el número de cables a disponer en la hilera inferior.

14 cables irán dispuestos en la hilera inferior y 4 en la superior.

Las cotas de cada una de las hileras es:

Hilera	Cota
Inferior	6 cm
Superior	11 cm

Entonces el CDG del pretensado estará a

$$(14 \times 6 + 4 \times 11) / 18 = 7.11 \text{ cm}$$

PRETENSADO EN VACÍO

Se debe definir una tensión de tesado para el acero activo. Se ha decidido tomar el valor 1450 MPa.

Nada más tesar, se producen pérdidas instantáneas en el pretensado, debidas fundamentalmente al acortamiento elástico del hormigón y a la penetración de cuñas, al ser pretensado, no hay pérdidas por rozamiento.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Las pérdidas instantáneas son del 10% con lo que la tensión efectiva en vacío será de 1305 MPa.

El axil de pretensado es

$$Area \times Tensión\ efectiva = 1305 \times 2400 = 3132\text{ KN}$$

Sabiendo que la excentricidad es la distancia entre el cdg de la viga y el cdg de la armadura activa, se obtiene una excentricidad de valor 1.38 m.

El valor del axil aplicado a la excentricidad “e” produce un Momento flector de valor

$$Mp0 = P \times e = 3132 \times 1.38 = 4322\text{ KNm}$$

Por lo que las tensiones

$$\sigma_{sup} = \frac{Np0}{A} + \frac{Mpp\ y_{sup}}{I} - \frac{Mp0\ y_{sup}}{I}$$

$$\sigma_{inf} = \frac{Np0}{A} - \frac{Mpp\ y_{inf}}{I} + \frac{Mp0\ y_{inf}}{I}$$

Donde

y sup es la distancia del cdg a la fibra superior de la viga de valor 90 cm

y inf es la distancia del cdg a la fibra inferior de la viga de valor 100 cm

I es 0.3296 m⁴

A= 0.75 m²

Np0= 3132 KN

Mpp = 7345 KNm

Mp0= 4322 KNm

Sabiendo que la Resistencia a tracción es de:

$$f_{ct,k} = 0.21 \sqrt[3]{f_{ck}^2} = 0.21 \sqrt[3]{50^2} = 285\text{ KN/cm}^2 = 2.85\text{ MPa}$$

Y la Resistencia característica del hormigón al tesar es de 1.667 × 311 = 5180 KN/cm > 5000

Por lo que parece necesario decalar el pretensado a través del vainado en una cierta longitud desde los extremos de las vigas. Al envainar, el pretensado no se adhiere, luego no transmite fuerza al hormigón y no trabaja.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

PRETENSADO A TIEMPO INFINITO

Para calcular la fuerza del pretensado a tiempo infinito, hay que tener en cuenta las pérdidas.

El Eurocódigo propone la siguiente ecuación simplificada para calcular las pérdidas:

$$\Delta P_{c+s+r} = A_p \Delta \sigma_{p,c+s+r} = A_p \frac{\varepsilon_{cs} E_p + 0,8 \Delta \sigma_{pr} + \frac{E_p}{E_{cm}} \varphi(t, t_0) \sigma_{c, QP}}{1 + \frac{E_p}{E_{cm}} \frac{A_p}{A_c} (1 + \frac{A_c}{I_c} z_{cp}^2) [1 + 0,8 \varphi(t, t_0)]}$$

Las pérdidas diferidas del pretensado son del 20% en vigas pretensadas de estas características. De esta forma la tensión del pretensado a tiempo infinito es de:

$$\sigma_{p\infty} = 0,7 \times 1450 = 1015 \text{ MPa}$$

Las pérdidas, por eso, actúan sobre la sección conjunta viga+losa y por lo tanto el estado tensional a tiempo infinito será el siguiente:

$$\sigma_1 = \frac{Np_0}{A} + \frac{M_{pp} y_{sup}}{I} - \frac{M_{p0} y_{sup}}{I} + \frac{M_{p \text{ losa sup}} y_{sup}}{I} + \frac{M_{cp} + 0,5M_{sc}}{I'} y_{sup}' + \frac{0,2Np_0 e' y_{sup}'}{I'} - \frac{0,2Np_0}{A'}$$

$$\sigma_2 = \frac{Np_0}{A} - \frac{M_{pp} y_{inf}}{I} + \frac{M_{p0} y_{inf}}{I} - \frac{M_{p \text{ losa sup}} y_{inf}}{I} - \frac{M_{cp} + 0,5M_{sc}}{I'} y_{inf}' - \frac{0,2Np_0 e' y_{inf}'}{I'} + \frac{0,2Np_0}{A'}$$

$$\sigma_3 = \frac{M_{cp} + 0,5M_{sc}}{I'} y_{sup}' + \frac{0,2Np_0 e' y_{sup}'}{I'} - \frac{0,2Np_0}{A'}$$

Donde

A' representa el área de la sección con la losa, y_{sup'} y y_{inf'} representan las distancias del cdg a la fibra superior e inferior de la sección con viga+losa respectivamente.

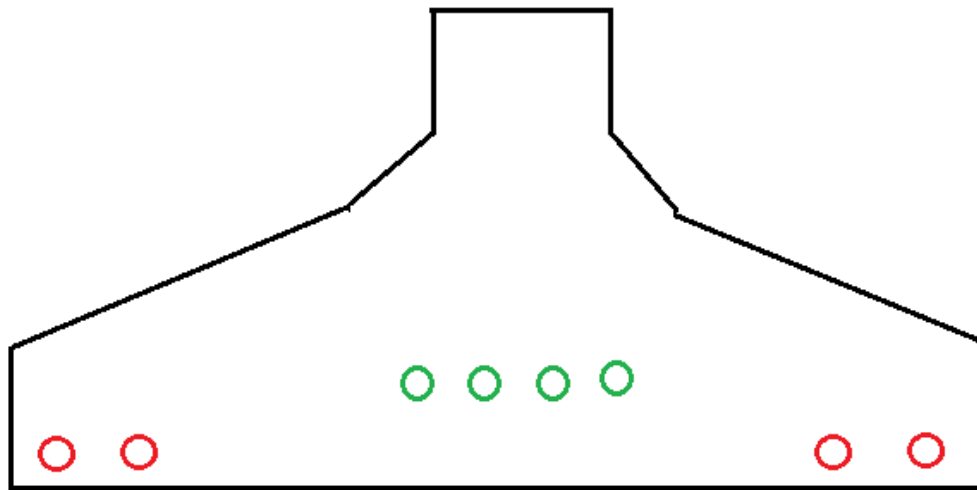
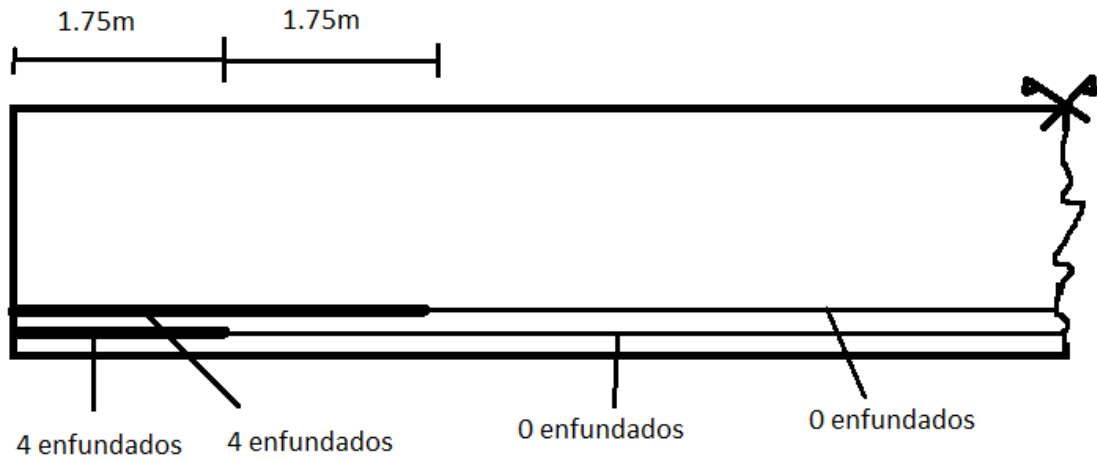
Mediante hojas de cálculo, y con las acciones determinadas, se puede obtener las tensiones en cada una de las vigas, de tal manera que se pueda garantizar que Ed < Rd en todos los casos posibles y en todos los elementos.

En el pretensado en vacío, al disminuir la fuerza de pretensado, estará en mejores condiciones.

En el pretensado a tiempo infinito la tensión mínima de la fibra superior es de 0 KN/m², es decir, toda la sección tiene que estar comprimida.

Esta será la disposición longitudinal de cables de pretensado:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



— enfundados 3.5 m
 — enfundados 1.75

COMPROBACION A CORTANTE

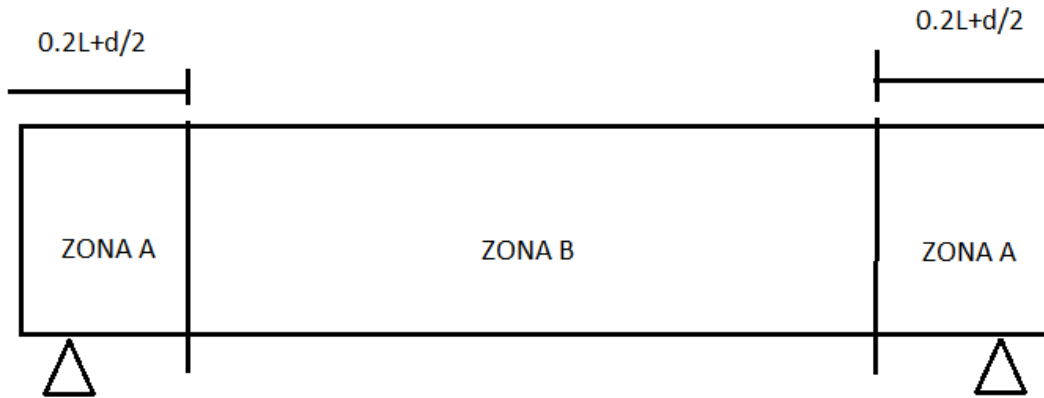
La viga central es la que tiene mayor cortante. El valor de dicho cortante es el siguiente:

SECCIÓN	Vpp,k	Vsc,k	Vpp,d	Vsc,d	SUMATORIO
0L	690	500	931	750	1681
0.1L	560	430	756	645	1401
0.2L	420	360	567	540	1107
0.3L	270	290	365	435	800

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

0.4L	140	230	189	345	534
0.5L	0	150	0	245	225

Para simplificar la construcción y el montaje, se decide hacer un solo corte en la disposición de estribos:



Cortante en A

Vd 1681 KN

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} + V_{ccd} + V_{td}$$

Donde

$$V_{ccd} \text{ y } V_{td} = 0$$

Entonces

$$V_{rd} = V_{rd,s}$$

Con

$$V_{rd} < V_{u1}$$

Y

$$V_{u1} = k \times f_{cd} \times b_0 \times d \times \frac{\cot \alpha + \cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$k = \frac{5}{3} \left(1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} \right) < 1$$

Con

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{Ac} = \frac{-P_{\infty}}{Ac} = 175.5 \text{ KN/m}^2$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Por lo que $K=1$

$$F_{cd} = 0.6 f_{cd} = 0.6 \cdot \frac{500}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

$B_0 = 18 \text{ cm}$

$\cotg\theta = 1$ y $\cotg\alpha = 0$

$$V_{u1} = 1 \times 200 \times 18 \times 202 \times \frac{1+0}{1+1} = 3636 \text{ KN}$$

$V_{u1} < V_{rd}$

CORTANTE EN B

$V_{rd} < V_{u2}$

$$V_{u2} = (0.12 \epsilon (100 \phi l f_{ck})^{0.33} - 0.15 \sigma'_{cd}) b_0 d$$

Donde

$$\epsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{2150}} = 1.315$$

$$\phi l = \frac{A_p \frac{f_{yp}}{f_{yd}}}{b_0 d} = 0.0148$$

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{cd} = -1.23 \text{ MPa}$$

$$V_{cu2} = (0.12 \times 1.315 (100 \times 1.48 \cdot 10^{-2} \times 50)^{0.33} + 0.15 \cdot 1755) 180 \times 2020 = 336 \text{ KN}$$

Con esto obtenemos que es necesaria la aplicación de armadura de cortante

Se ha de cumplir que:

$$V_{rd} = V_{cu} + V_{su}$$

Donde

$$V_{cu} = (0.1 \epsilon (100 \rho_L f_{ck})^{0.33} - 0.15 \sigma'_{cd}) b_0 d \beta = 216.8 \text{ KN}$$

Siendo

$$\beta = \beta(\cotg\theta) = 0.72$$

Y

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$V_{su} = z \cdot \sin \alpha (\cot \alpha + \cot \theta) A_s f_y \alpha, d$$

$$V_{su} = 1681 - 216.8 = 1464.2 \text{ KN}$$

Por lo que $A_s > 19.7 \text{ cm}^2/\text{m}$

Es decir que se dispondrán cercos $\varnothing 16 @ 0,20$

CORTANTE EN LA ZONA B

$$V_d = 1107 \text{ KN}$$

$A_s > 11.61 \text{ cm}^2/\text{m}$ que se resolverá disponiendo cercos de 12 mm separados 20 cm cada uno.

Tal y como se puede observar en los correspondientes planos de definición de la armadura de cortante en las vigas, la zona A tendrá una longitud correspondiente a $0,2L + d/2$ en cada uno de los extremos. La longitud de la zona B será la restante longitud de la viga.

En los planos, esto queda totalmente expuesto con tablas para facilitar la construcción y el montaje del ferrallado.

RASANTE EN ALA INFERIOR

$$S_d = \frac{\Delta F d}{ar}$$

Con $ar = L/2 = 14.5 \text{ m}$

$$S_d = 2380/14.5 = 136 \text{ KN/m}$$

Para la comprobación de rasante hay que tener en cuenta el número de cordones pretensados. En este caso $\Delta F d = 2380 \text{ KN}$

$$S_d < S_{u1} = 0.5 f_{ucd} h_0 = 0.5 \left(0.4 \frac{500}{1.5} \right) 26 = \frac{1733 \text{ KN}}{\text{m}}$$

$$S_d < S_{u2} = A_s f_y d$$

$$\frac{136 \text{ KN}}{\text{m}} = A_s 410$$

$$A_s > 3.32 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Que se dispondrán mediante cercos de 8 mm de diámetro cada 20 cm a lo largo de toda la sección longitudinal de las vigas.

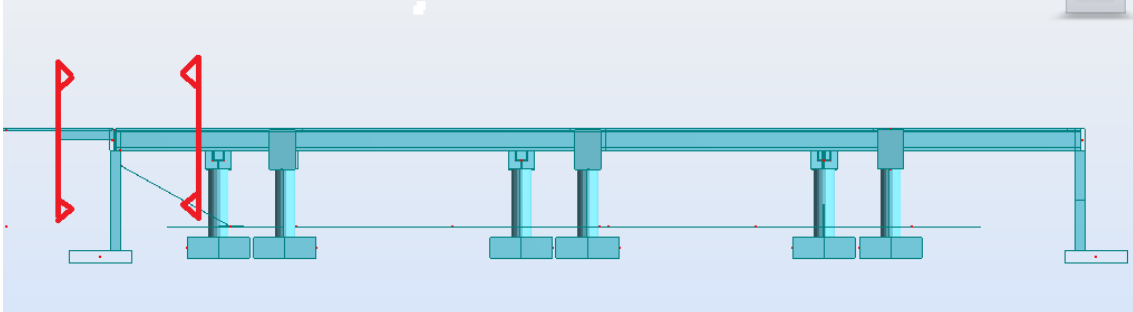
CAMINOS DE FUERZAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

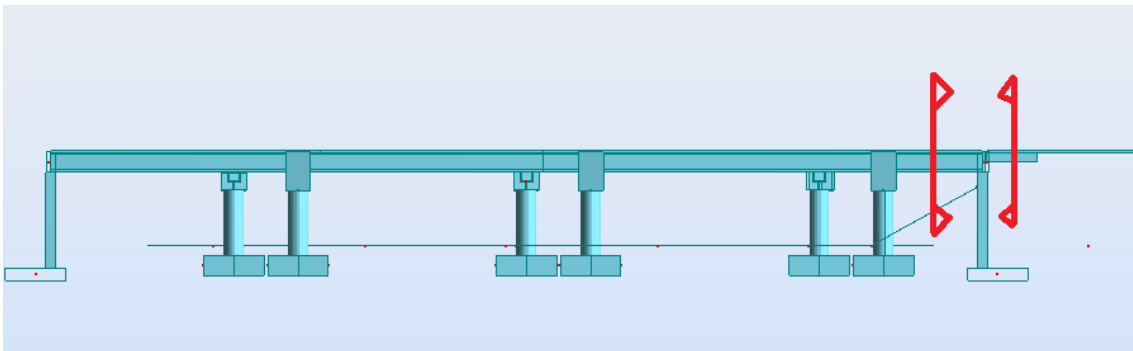
DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS EN ESTRIBO NORTE

Los estribos reciben las cargas de la mitad del vano lateral que le corresponde de cada uno de los tableros más la mitad de la carga correspondiente a las losas de transición.

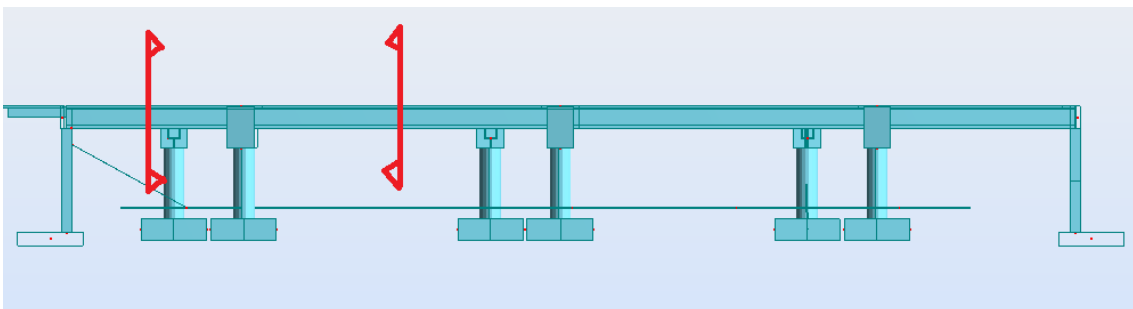
-ESTRUCTURA OESTE



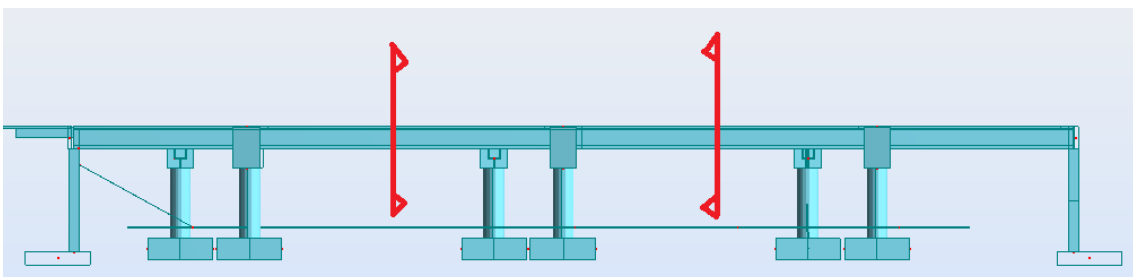
-ESTRUCTURA ESTE



DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL-NO

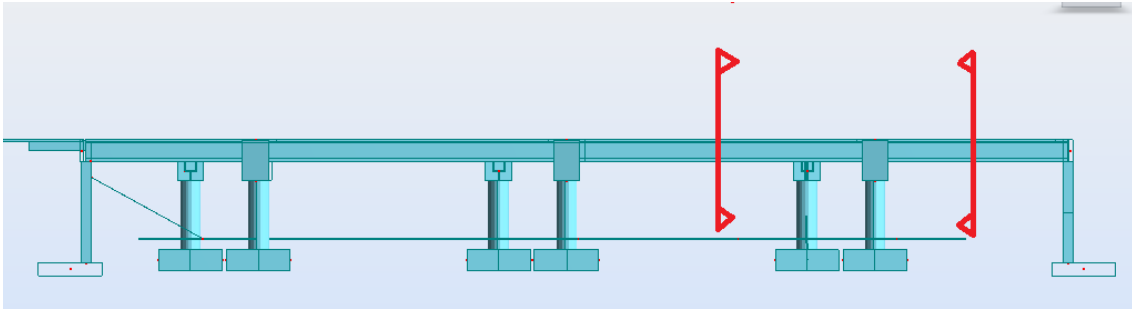


DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL-OC



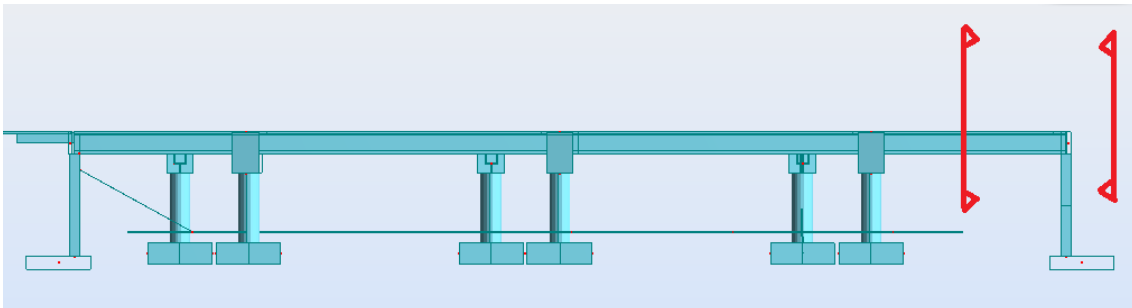
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL S-O

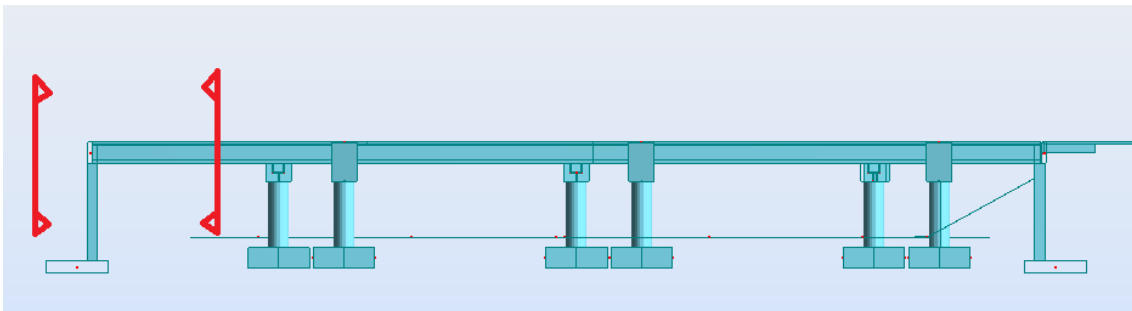


DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ESTRIBO SUD

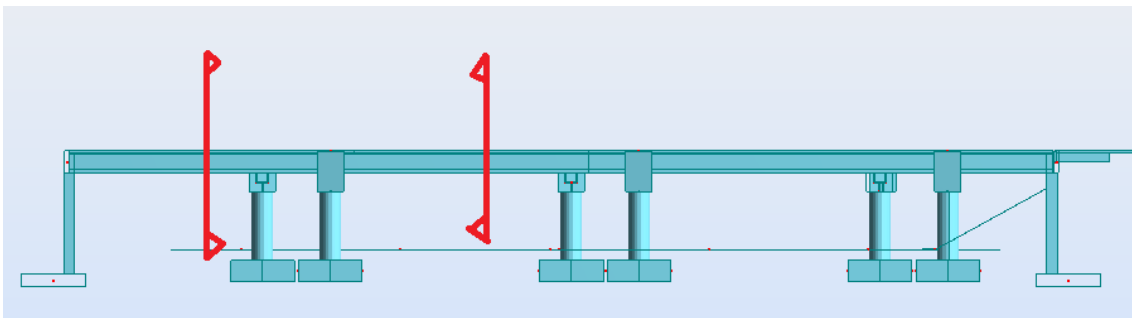
-ESTRUCTURA OESTE



-ESTRUCTURA ESTE

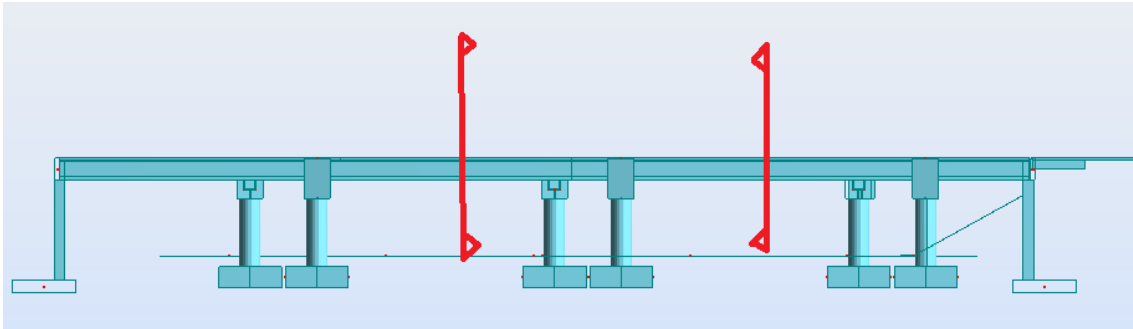


DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL S-E

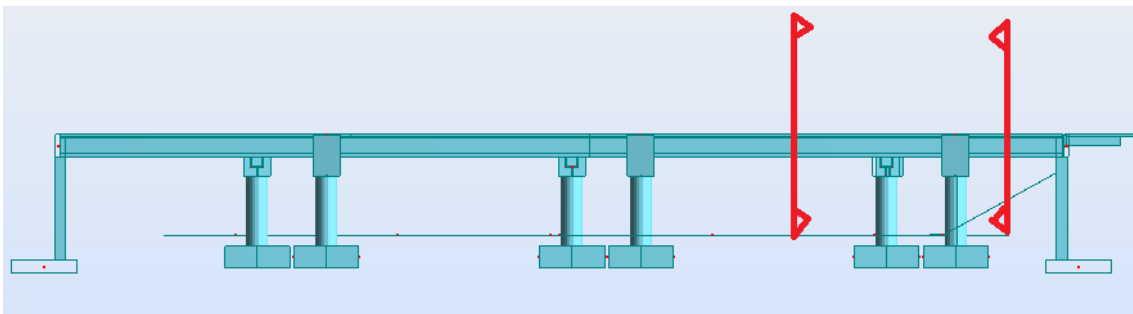


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL EC



DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN DINTEL N-E



Para los dinteles O-C y E-C, las cargas son las mismas para ambos, ya que la luz de los vanos que soportan es la misma.

Para obtener las acciones en dichos dinteles, se procede a emplear las reacciones obtenidas mediante el emparrillado y los factores de proporcionalidad obtenidos anteriormente.

DIMENSIONAMIENTO DE DINTELES Y PILARES

PESO PROPIO Y CARGAS PERMANENTES ACTUANDO SOBRE LOS DINTELES Y PILARES CENTRALES

EN VIGAS DE BORDE

$$PP_{vigas} = 280 \text{ KN}$$

$$PP_{losa} = 0.82 \times 280 = 229.6 \text{ KN}$$

$$CP_{pavimento} = 0.257 \times 280 = 71.96$$

$$CP_{barreras} = 0.48 \times 280 = 134.40 \text{ KN}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

CPtotal,k= 716 KN

CPtotal,d= 1.35 x 716 = 966.6

EN VIGAS CENTRALES

PPvigas= 280 KN

PPlosa= 1.065x280 = 298.2 KN

CPpavimento=0.41 x 280= 114.8 KN

CPbarreras 0.09x280= 25.2 KN

CPtotal,k = 718 KN

CPtotal, d = 1.35 x 718 = 969 KN

Dicho esto se puede calcular los esfuerzos sobre el dintel debido al peso propio y a las cargas permanentes en los dinteles EC y OC



DIAGRAMAS DE MOMENTOS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

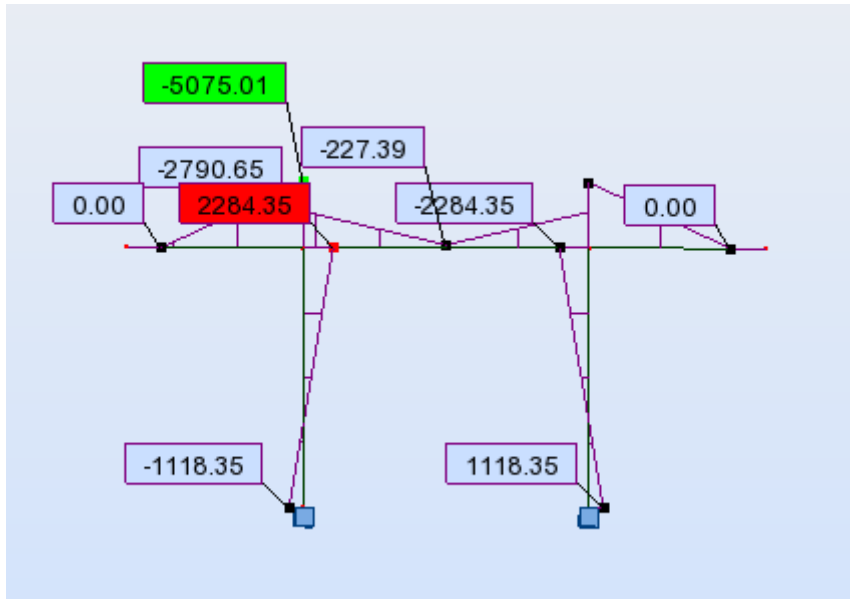


DIAGRAMA DE ESFUERZOS CORTANTES

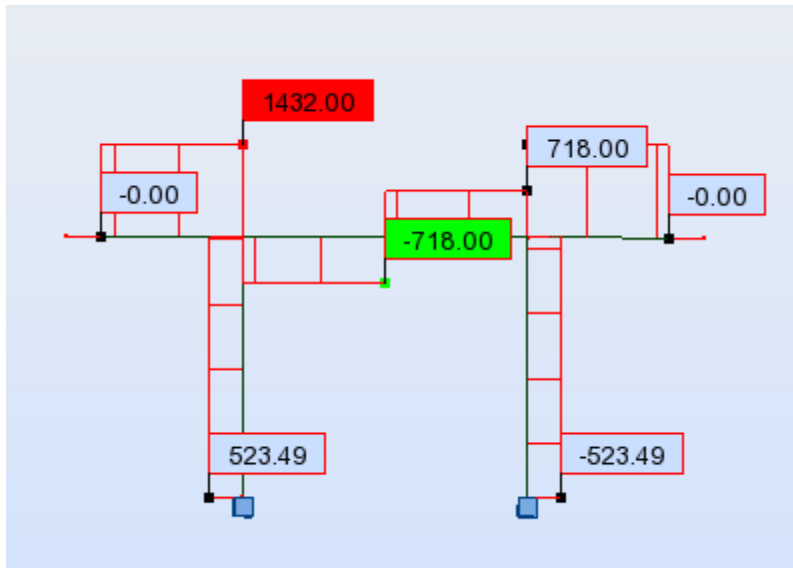
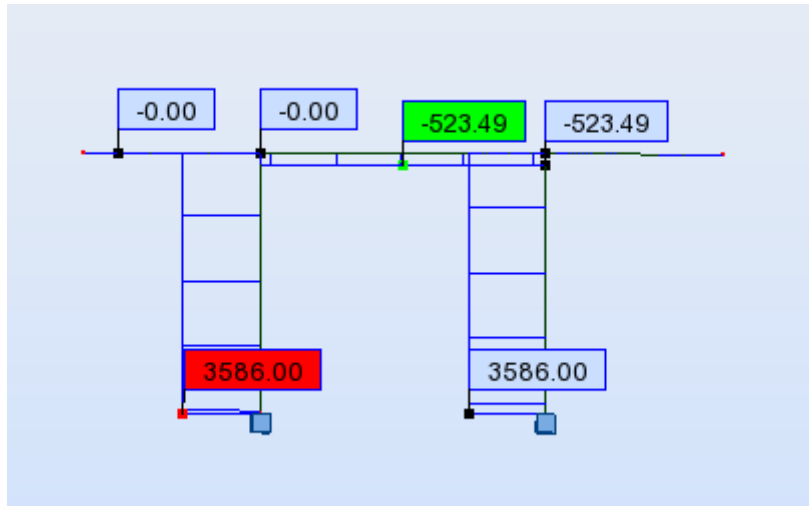


DIAGRAMA DE AXILES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Estas serán las acciones debidas al propio peso del dintel, considerando la reducción de inercia en los voladizos

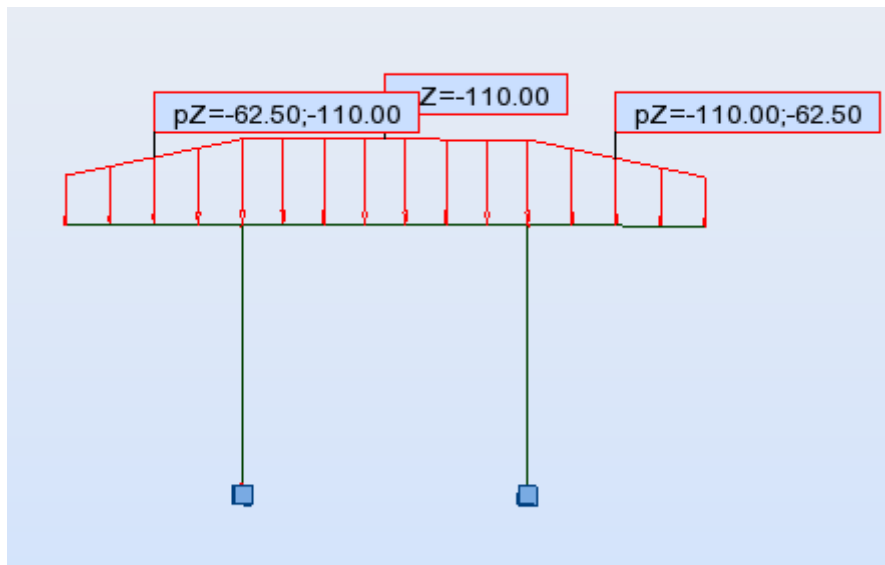
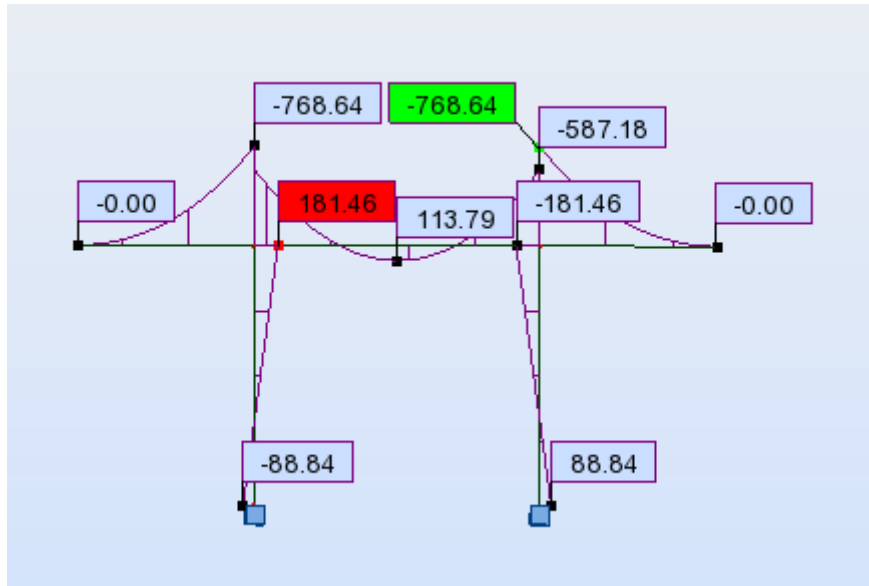
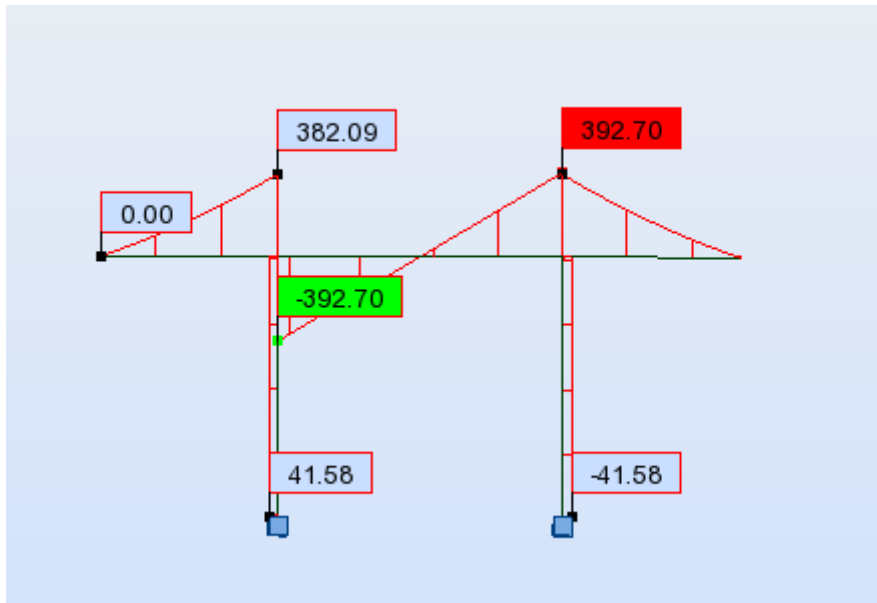


DIAGRAMA DE MOMENTOS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

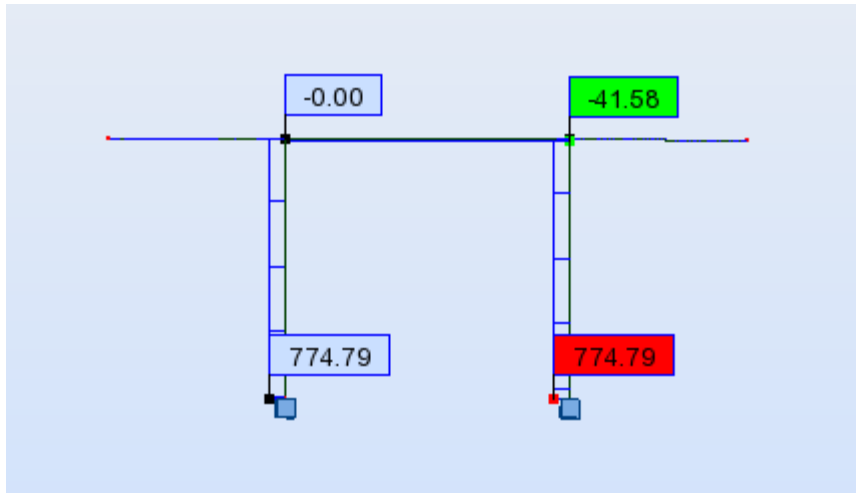


CORTANTES

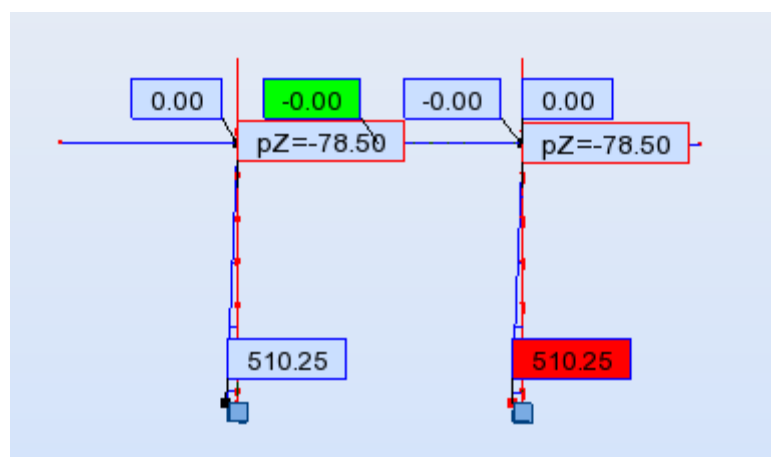
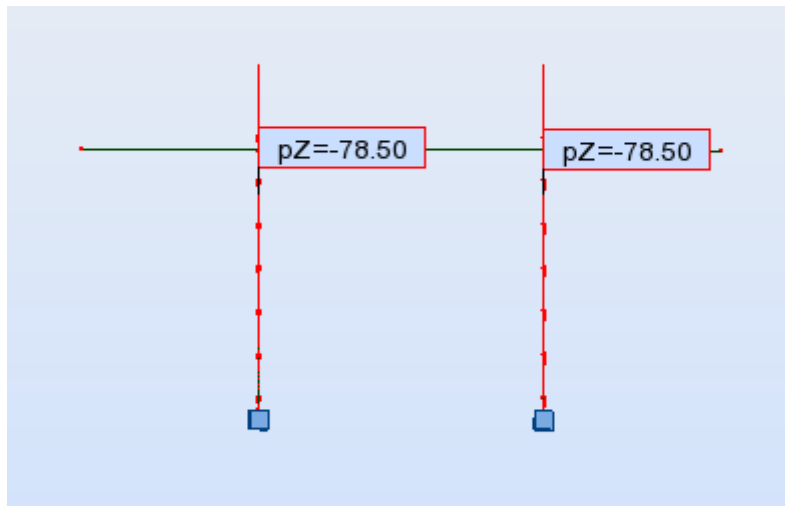


AXILES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

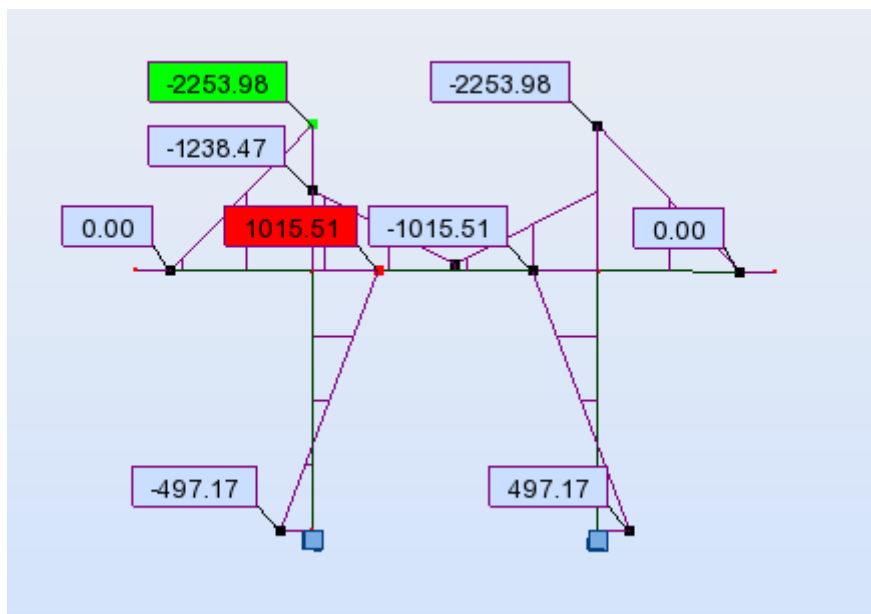


ESFUERZOS QUE PRODUCE EL PESO PROPIO DE LOS PILARES (78,50 KN/m)

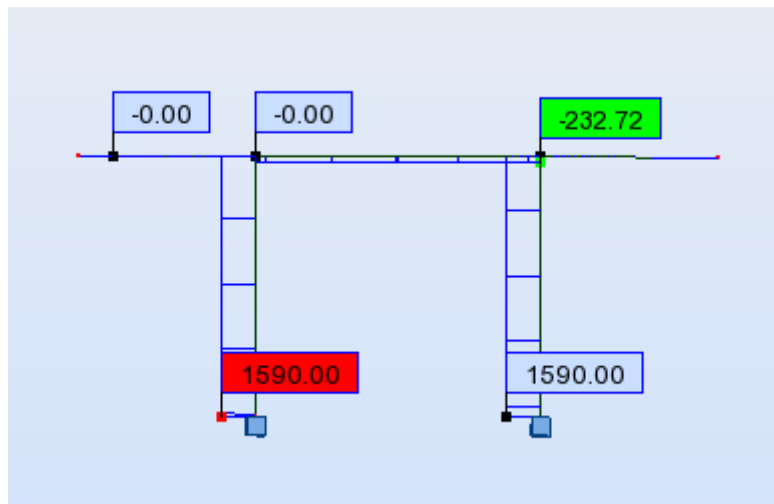
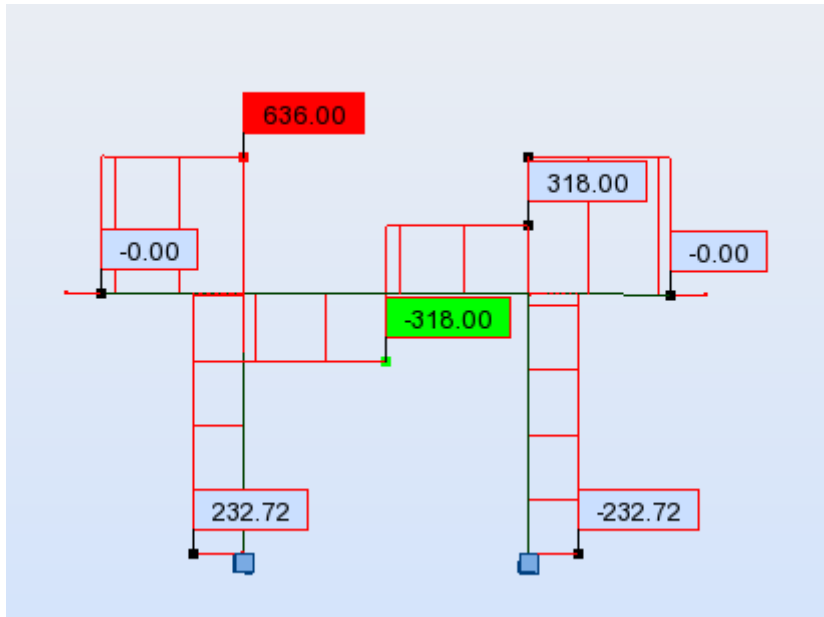


SOBRECARGAS DISTRIBUIDAS DEBIDAS AL LM1

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

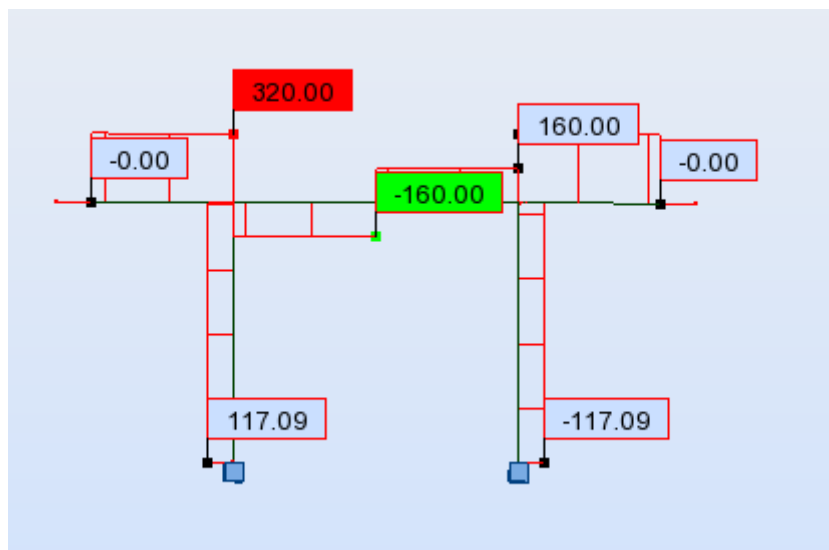
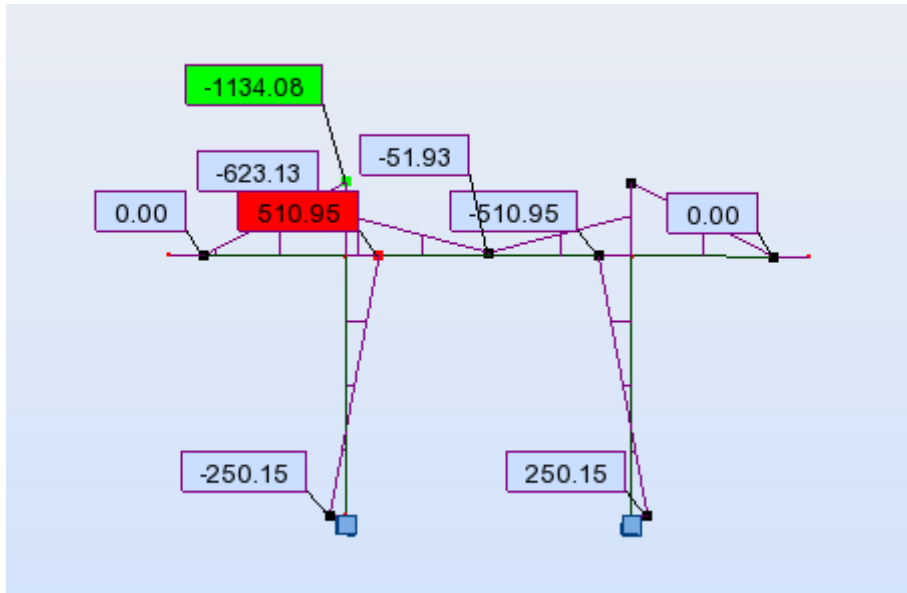


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

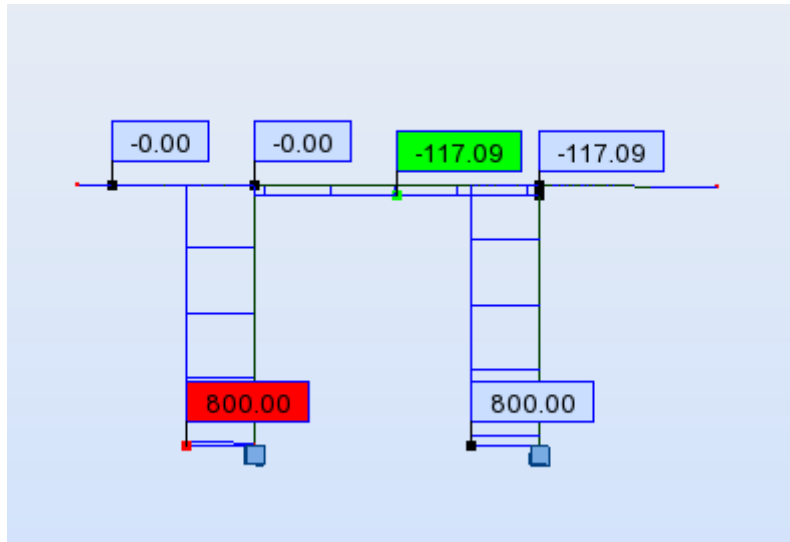


SOBRECARGAS PUNTUALES DEBIDAS AL LM1

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

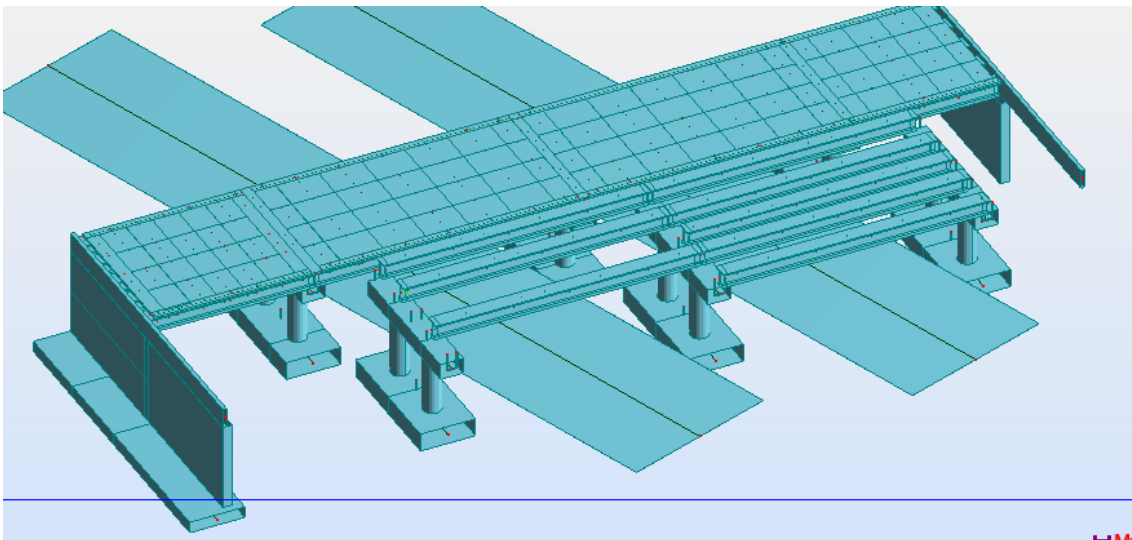


“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Para las combinaciones de acciones transitorias, sobretudo en la etapa constructiva hay que comprobar que los esfuerzos son menores a los resistentes. Por eso se calculan dichos esfuerzos:

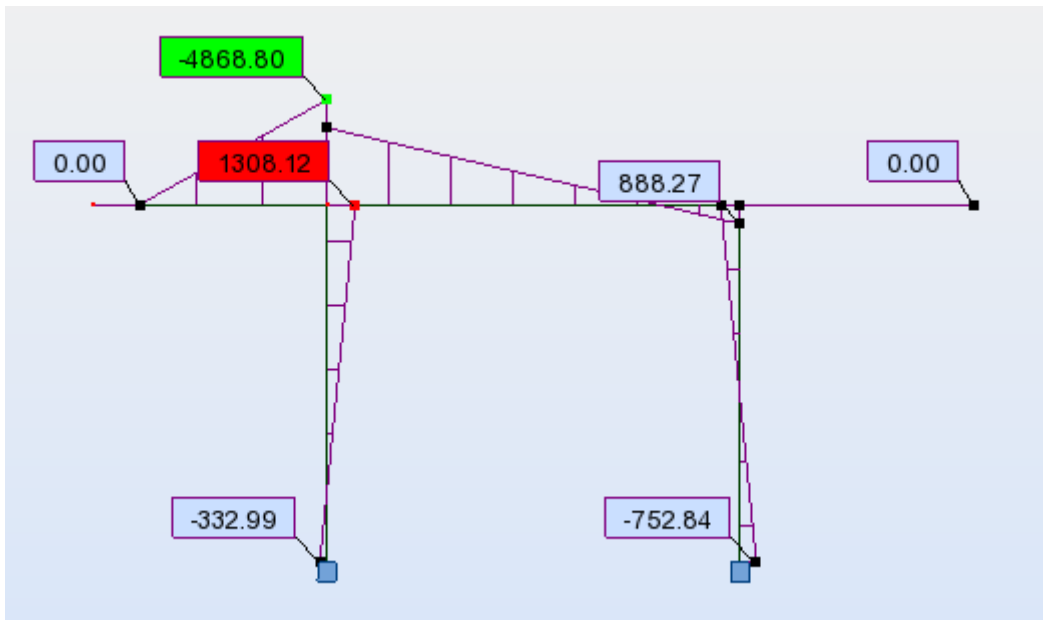
En la siguiente imagen se representa la situación transitoria en la que se sospecha que se podrían producir esfuerzos mayores a los producidos en situación de servicio.



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

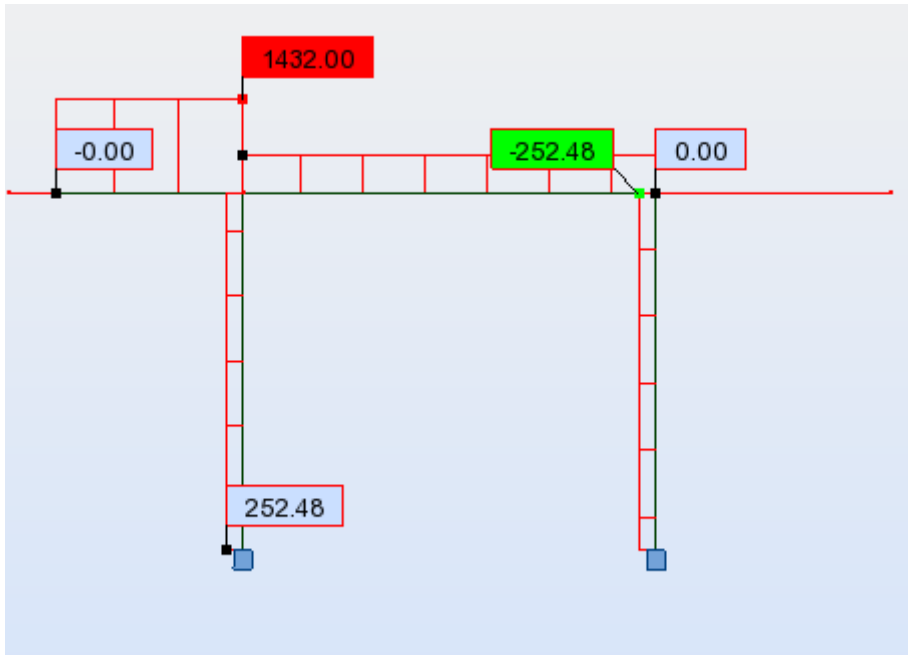


Momentos

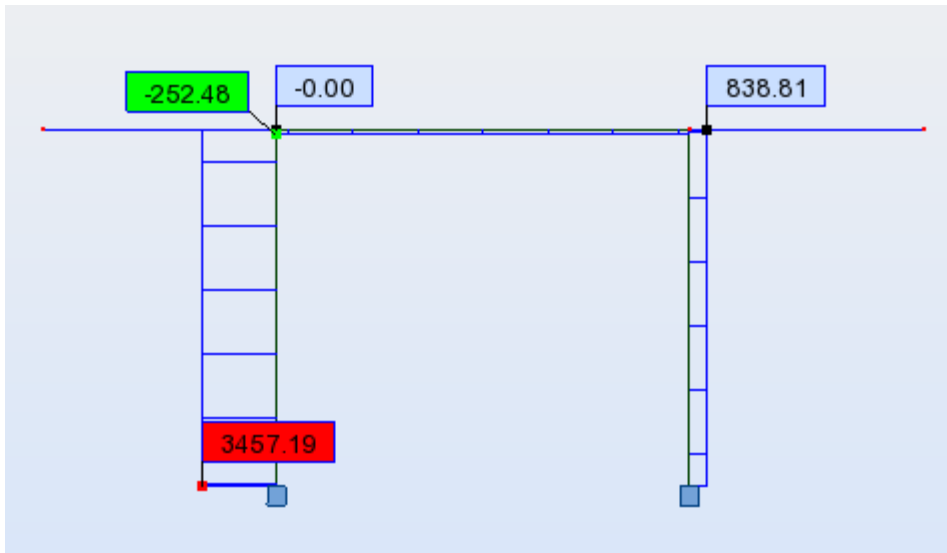


CORTANTES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



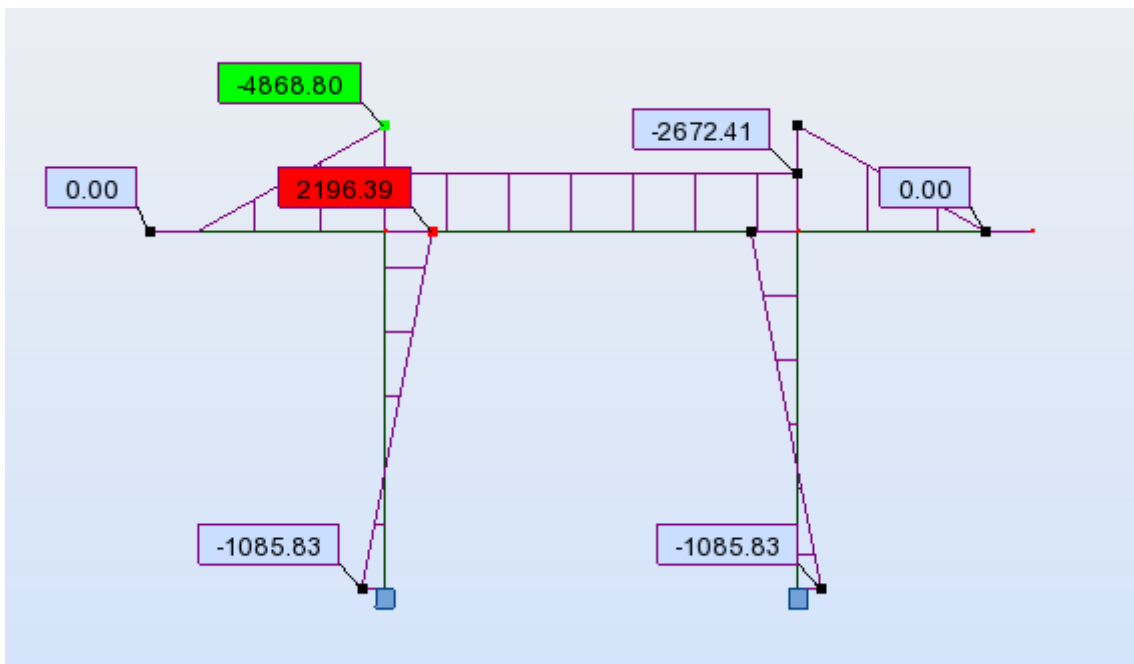
AXILES



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

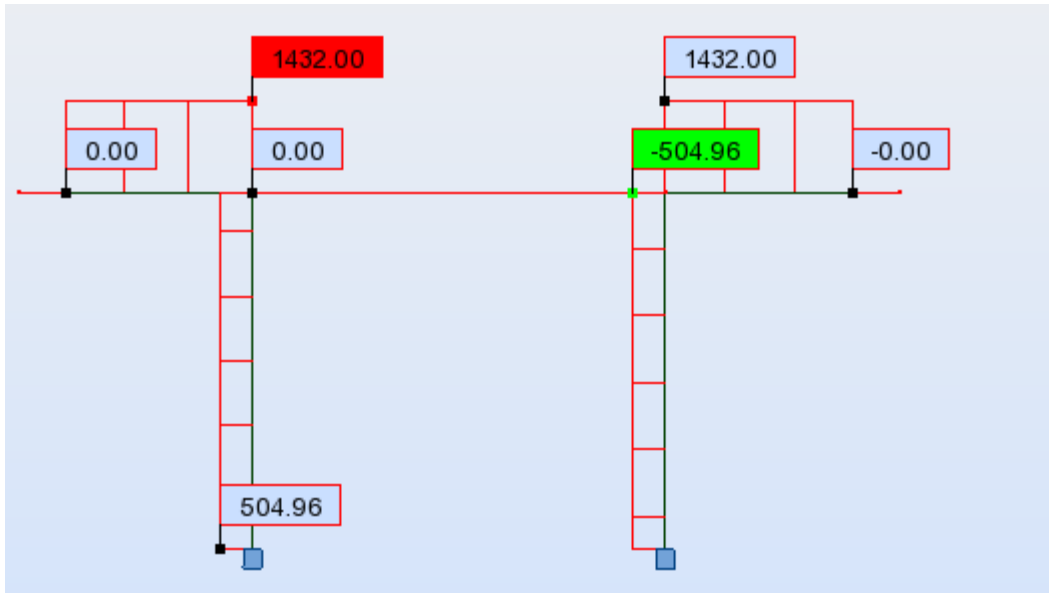


MOMENTOS

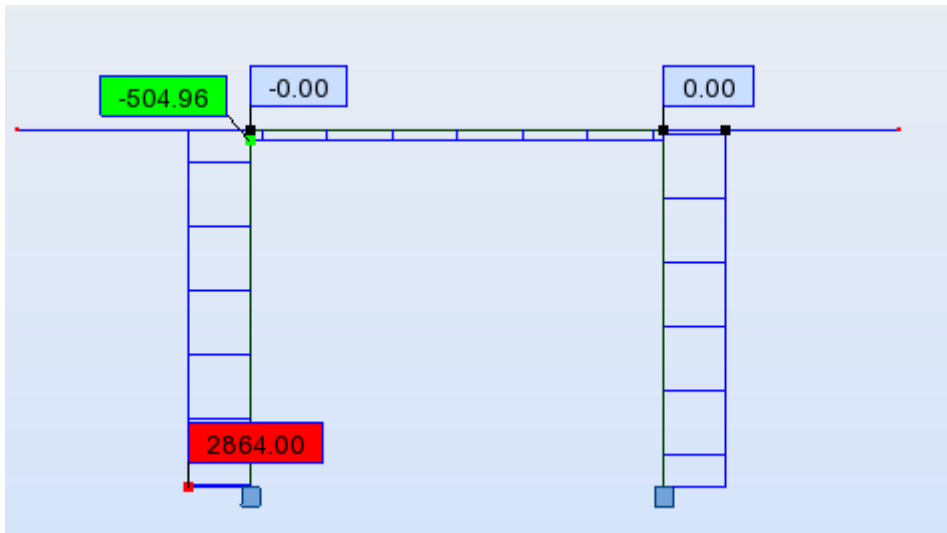


CORTANTES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



AXILES



Se puede comprobar como los esfuerzos negativos a lo largo de la viga central son mayores en la etapa de proyecto que en el caso de construcción, por lo que al dimensionar el armado se tendrá en cuenta dicha combinación de acciones.

M_d en ELU para el dintel es de 19771 KNm

Sabiendo que las dimensiones del dintel $b \times h$ son 2.5x1.75 m

$$\mu = \frac{Mrd}{bh^2 fcd} = \frac{12.771}{2.5 \times 1.75^2 \times 20000} = 0.08$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$v = \frac{Nrd}{bh fcd} = \frac{2334}{1.75 \times 2.5 \times 20000} = 0.026$$

De los ábacos y tablas proporcionados en el Eurocódigo, se obtiene:

μ	$v=0.0$		$v=0.1$		$v=0.2$		$v=0.3$		$v=0.4$		$v=0.5$	
	α	w	α	w	α	w	α	w	α	w	α	w
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,005	0,027	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,010	0,039	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,015	0,048	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,020	0,056	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,025	0,062	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,030	0,069	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,035	0,074	0,078	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,040	0,079	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,045	0,083	0,102	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,050	0,087	0,114	0,129	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,055	0,091	0,126	0,133	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,060	0,094	0,138	0,137	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,065	0,097	0,151	0,140	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,070	0,100	0,163	0,144	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,075	0,103	0,176	0,146	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,080	0,106	0,188	0,149	0,089	0,247	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,085	0,108	0,201	0,152	0,101	0,247	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,090	0,111	0,213	0,154	0,114	0,248	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,095	0,113	0,225	0,156	0,127	0,248	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,100	0,115	0,236	0,158	0,139	0,248	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,105	0,118	0,250	0,160	0,152	0,249	0,064	0,370	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
0,110	0,120	0,263	0,162	0,164	0,249	0,077	0,370	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
0,115	0,122	0,275	0,164	0,177	0,249	0,089	0,370	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000
0,120	0,123	0,288	0,166	0,190	0,249	0,102	0,370	0,041	0,494	0,006	0,000	0,000
0,125	0,125	0,300	0,167	0,202	0,250	0,115	0,370	0,053	0,494	0,018	0,016	0,010
0,130	0,127	0,313	0,169	0,215	0,250	0,127	0,370	0,066	0,494	0,031	0,014	0,024
0,135	0,129	0,326	0,170	0,227	0,250	0,140	0,370	0,078	0,494	0,043	0,012	0,038
0,140	0,130	0,338	0,172	0,240	0,250	0,152	0,370	0,091	0,494	0,056	0,010	0,052
0,145	0,132	0,350	0,173	0,253	0,250	0,165	0,370	0,103	0,494	0,068	0,008	0,066

Para $v=0$ tenemos

$$\alpha = 0.106$$

$$w = 0.188$$

Y para $v=0.1$ tenemos

$$\alpha = 0.149$$

$$w = 0.089$$

Haciendo una interpolación lineal para los datos de cálculo se obtiene

$$\alpha = 0.109$$

$$w = 0.184$$

Sabiendo que

$$w = \frac{As f_{yd}}{b h f_{cd}}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$A_s = w b h \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.184 \times 1.75 \times 2.5 \times \frac{20}{435} = 370 \cdot 10^{-4} m^2 = 370 \text{ cm}^2$$

Hay que tener en cuenta también la tasa de armadura mecánica mínima, que en vigas es dada por el menor valor entre:

$$w_{min,1} = 0.226 \times \frac{f_{ctm}}{f_{cd}} = 0.226 \times \frac{2.6}{20} = 0.02$$

$$w_{min,2} = 0.0013 \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}} = 0.0013 \times \frac{435}{20} = 0.028$$

Entonces, como $w > w_{min}$ se precisa de un área de acero de 312 cm^2 . Se dispondrán en barras de 32 mm.

Por lo que será necesaria la colocación de 47 barras de 32 mm de diámetro.

M_d^+ en ELU para el dintel es de 3752 KNm

Sabiendo que las dimensiones del dintel $b \times h$ son $2.5 \times 1.75 \text{ m}$

$$\mu = \frac{M_{rd}}{b h^2 f_{cd}} = \frac{3752}{2.5 \times 1.75^2 \times 20000} = 0.025$$

$$v = \frac{N_{rd}}{b h f_{cd}} = \frac{2334}{1.75 \times 2.5 \times 20000} = 0.026$$

De los ábacos y tablas proporcionados en el Eurocódigo, se obtiene:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

μ	$\nu = 0.0$		$\nu = 0.1$		$\nu = 0.2$		$\nu = 0.3$		$\nu = 0.4$		$\nu = 0.5$	
	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β	α	β
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,005	0,027	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,010	0,039	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,015	0,048	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,020	0,056	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,025	0,062	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,030	0,069	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,035	0,074	0,078	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,040	0,079	0,090	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,045	0,083	0,102	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,050	0,087	0,114	0,129	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,055	0,091	0,126	0,133	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,060	0,094	0,138	0,137	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,065	0,097	0,151	0,140	0,050	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,070	0,100	0,163	0,144	0,063	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,075	0,103	0,176	0,146	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,080	0,106	0,188	0,149	0,089	0,247	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,085	0,108	0,201	0,152	0,101	0,247	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,090	0,111	0,213	0,154	0,114	0,248	0,027	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,095	0,113	0,225	0,156	0,127	0,248	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,100	0,115	0,238	0,158	0,139	0,248	0,052	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,105	0,118	0,250	0,160	0,152	0,249	0,064	0,370	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
0,110	0,120	0,263	0,162	0,164	0,249	0,077	0,370	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000
0,115	0,122	0,275	0,164	0,177	0,249	0,089	0,370	0,028	0,000	0,000	0,000	0,000
0,120	0,123	0,288	0,166	0,190	0,249	0,102	0,370	0,041	0,494	0,006	0,000	0,000
0,125	0,125	0,300	0,167	0,202	0,250	0,115	0,370	0,053	0,494	0,018	0,616	0,010
0,130	0,127	0,313	0,169	0,215	0,250	0,127	0,370	0,066	0,494	0,031	0,614	0,024
0,135	0,129	0,326	0,170	0,227	0,250	0,140	0,370	0,078	0,494	0,043	0,612	0,038
0,140	0,130	0,338	0,172	0,240	0,250	0,152	0,370	0,091	0,494	0,056	0,610	0,052
0,145	0,132	0,350	0,173	0,253	0,250	0,165	0,370	0,103	0,494	0,068	0,608	0,066

Para $\nu=0$ tenemos

$$\alpha = 0.050$$

$$w = 0.054$$

Sabiendo que

$$w = \frac{As f_{yd}}{b h f_{cd}}$$

$$As = w b h \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = 0.054 \times 1.75 \times 2.5 \times \frac{20}{435} = 108 \cdot 10^{-4} m^2 = 108 cm^2$$

Se precisa de un área de acero de 108 cm². Se dispondrán en barras de 25 mm.

Por lo que será necesaria la colocación de 22 barras de 25 mm de diámetro.

La disposición de la armadura para momentos positivos se efectuará mediante una sola hilera de 22 barras de 25 mm de diámetro separadas 11 cm en horizontal.

También será necesaria la colocación de armadura de piel, por ser el dintel tratado como una viga de gran canto. La armadura de piel consta de 6 barras corrugadas de 25 mm de diámetro dispuesto en los dos laterales del dintel con espaciamentos de 27.5 cm entre barras.

CÁLCULO A CORTANTE

$$V_{max} = 1.35 \cdot (1432 + 389) + 1.5 \cdot (636 + 320) = 3892 KN$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El máximo cortante que soportarán los dinteles es de $V_{ed} = 3892 \text{ KN}$

La resistencia máxima a cortante de los dinteles, sin armadura a cortante es:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} + k_1 \sigma_{cp}] b_w d$$

$$V_{rd} = (0.12 \epsilon (100 \phi l f_{ck})^{0.33} - 0.15 \sigma'_{cd}) b_0 d$$

Donde

$$\epsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{1750}} = 1.33$$

$$\phi l = \frac{A_s}{b_0 d} = 0.00845$$

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{cd} = 0 \text{ en este caso}$$

$$V_{cu2} = (0.12 \times 1.33 (100 \times 8.45 \cdot 10^{-3} \times 30)^{0.33}) 1650 \times 2500 = 1913 \text{ KN}$$

Con un valor mínimo de:

$$V_{Rd,c} = (v_{\min} + k_1 \sigma_{cp}) b_w d$$

Siendo:

$$v_{\min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

$$v_{\min} = 0.035 \cdot 1.33^{1.5} \cdot 30^{0.5} = 0.294 \text{ MPa}$$

Que da una fuerza mínima V_{\min} de

$$V_{\min} = v_{\min} b d = 1286 \text{ KN}$$

Como $V_{ed} > V_{rd}$ será necesaria la colocación de armadura de cortante.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} z f_{ywd} \cot \theta$$

$$V_{ed} = V_{rd} = 3892$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{3892}{0.9 \times 1.65 \times 435000 \cdot 0.8 \times 1.17} = 64.25 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Que se dispondrá mediante cercos de 4 ramas de 16 mm de diámetro dispuestos cada 12,5 cm.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Se podrá reducir

$$1 \leq \cotg \theta \leq 2,5$$

Vd 1681 KN

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} + V_{ccd} + V_{td}$$

Donde

$$V_{ccd} \text{ y } V_{td} = 0$$

Entonces

$$V_{rd} = V_{rd,s}$$

Con

$$V_{rd} < V_{u1}$$

Y

$$V_{u1} = k \times f_{cd} \times b_0 \times d \times \frac{\cotg \alpha + \cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$$

$$k = \frac{5}{3} \left(1 + \frac{\sigma'_{cd}}{f_{cd}} \right) < 1$$

Con

$$\sigma'_{cd} = \frac{Nd}{Ac} = \frac{-P_{\infty}}{Ac} = 175.5 \text{ KN/m}^2$$

Por lo que K=1

$$f_{cd} = 0.6 f_{cd} = 0.6 \cdot \frac{500}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

B₀=18cm

Cotgθ=1 y cotgα = 0

$$V_{u1} = 1 \times 200 \times 18 \times 202 \times \frac{1 + 0}{1 + 1} = 3636 \text{ KN}$$

V_{u1}<V_{rd}

CORTANTE EN B

V_{rd}< V_{u2}

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$V_{u2} = (0.12\varepsilon(100\varphi l f_{ck})^{0.33} - 0.15\sigma'cd)b_0 d$$

Donde

$$\varepsilon = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{2150}} = 1.315$$

$$\varphi l = \frac{A_p \frac{f_{yp}}{f_{yd}}}{b_0 d} = 0.0148$$

$$F_{ck} = 50 \text{ MPa}$$

$$\sigma'cd = -1.23 \text{ MPa}$$

$$V_{cu2} = (0.12 \times 1.315(100 \times 1.48 \cdot 10^{-2} \times 50)^{0.33} + 0.15 \cdot 1755)180 \times 2020 = 336 \text{ KN}$$

Con esto obtenemos que es necesaria la aplicación de armadura de cortante

Se ha de cumplir que:

$$V_{rd} = V_{cu} + V_{su}$$

Donde

$$V_{cu} = (0.1\varepsilon(100\rho_L f_{ck})^{0.33} - 0.15 \sigma'cd)b_0 d \beta = 216.8 \text{ KN}$$

Siendo

$$\beta = \beta(\cot\theta) = 0.72$$

Y

$$V_{su} = z \cdot \sin\alpha(\cot\alpha + \cot\theta) A_s f_{y\alpha}, d$$

$$V_{su} = 1681 - 216.8 = 1464.2 \text{ KN}$$

Por lo que $A_s > 19.7 \text{ cm}^2/\text{m}$

Es decir que se dispondrán cercos $\emptyset 16 @ 0,20$

COMPROBACIÓN DE LA DEFORMACIÓN

Para el control de la deformación de los dinteles, se hace uso de la ecuación proporcionada del Eurocódigo.

Dicha ecuación dispensa del cálculo explícito de la flecha en los casos en los que se cumple que

$$\frac{l}{d}^{real} < \frac{l}{d}^{límite}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Donde la relación l/d límite se obtiene de:

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2\sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right] \quad \text{si } \rho \leq \rho_0$$

$$\frac{l}{d} = K \left[11 + 1,5\sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \quad \text{si } \rho > \rho_0$$

Donde

l/d es el límite de luz/canto

K es el coeficiente que considera los diferentes sistemas estructurales;

ρ_0 es la cuantía de referencia de la armadura $= 10^{-3} \sqrt{f_{ck}}$;

ρ es la cuantía de la armadura de tracción requerida en la mitad del vano, para resistir el momento debido a las cargas de cálculo (en apoyos para voladizos);

ρ' es la cuantía de la armadura de compresión requerida en la mitad del vano para resistir el momento debido a las cargas de cálculo (en apoyos para voladizos);

f_{ck} se expresa en MPa.

En el caso abordado, en el que

$$\rho > \rho_0$$

Ya que

$$\rho = 312 \times \frac{10^{-4}}{2,5 \times 1,75} = 7,13 \cdot 10^{-3}$$

Y

$$\rho_0 = 10^{-3} \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \sqrt{30} = 5,47 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho' = 108 \times \frac{10^{-4}}{2,5 \times 1,75} = 2,46 \cdot 10^{-3}$$

El valor del parámetro K se obtiene de la siguiente tabla:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Sistema estructural	K	Hormigón muy solicitado $\rho = 1,5\%$	Hormigón poco solicitado $\rho = 0,5\%$
Viga simplemente apoyada, losas simplemente apoyadas en una o dos direcciones	1,0	14	20
Vano extremo de una viga continua, forjado unidireccional continuo o forjado bidireccional continuo en una dirección	1,3	18	26
Vano interior de viga o una losa unidireccional o bidireccional	1,5	20	30
Losa apoyada en soportes sin vigas (losa plana) (basada en su luz mayor)	1,2	17	24
Voladizo	0,4	6	8

NOTA 1 Los valores indicados se han seleccionado para quedar, generalmente, del lado de la seguridad; y los cálculos pueden, frecuentemente, mostrar que es posible emplear elementos más esbeltos.

NOTA 2 Para losas bidireccionales, se debería realizar la comprobación considerando el lado de menor luz. Para losas planas, se debería usar el lado de mayor luz.

NOTA 3 Los límites indicados para losas planas corresponden a un límite menos severo que una flecha en centro de vano de luz/250 relativa a los apoyos. La experiencia ha demostrado que esto es satisfactorio.

Teniendo en cuenta el sistema estructural de cada una de las partes del dintel se definen dos parámetros K distintos:

K= 0.4 para los voladizos extremos del dintel

K=1.5 para la parte interior del dintel

$$\frac{l}{d} = 0.4(11 + 1.5 \times \sqrt{30} \times 5.47 \cdot \frac{10^{-3}}{7.13 \cdot 10^{-3} - 2.46 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{12} \sqrt{30} \cdot \sqrt{\frac{2.46 \cdot 10^{-3}}{7.13 \cdot 10^{-3}}}) = 16.57$$

El límite es un valor muy superior al escogido para los voladizos de los dinteles, por lo que no es necesario calcular explícitamente la flecha, ya que esta será muy inferior al límite L/250 exigido en las bases de licitación del proyecto.

En el caso de la parte interior de los dinteles, únicamente varía el valor del parámetro K

$$\frac{l}{d} = 1.5(11 + 1.5 \times \sqrt{30} \times \frac{10^{-3}}{7.13 \cdot 10^{-3} - 2.46 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{12} \sqrt{30} \cdot \sqrt{\frac{2.46 \cdot 10^{-3}}{7.13 \cdot 10^{-3}}}) = 62.13$$

Un valor muy superior al empleado en la selección escogida, por lo que quedará garantizado el Estado Límite de Servicio de Deformación en los dinteles.

ESTADO LÍMITE DE FISURACIÓN

El ancho máximo de fisura de un elemento depende de la clase de exposición a la que esté sometido. En el caso de los dinteles, como se ha comentado anteriormente, están expuestos a un XS1.

En la siguiente tabla se muestra el ancho máximo de fisura:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Clase de exposición	Elementos con armadura pasiva y con armaduras activas no adherentes	Elementos con armaduras activas adherentes
	Combinación de cargas cuasipermanente	Combinación de cargas frecuente
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XS1, XS2, XS3		Descompresión
NOTA 1 Para clases de exposición X0, XC1, la abertura de la fisura no influye en la durabilidad y este limite se establece para proporcionar, en general, una apariencia aceptable. En ausencia de condiciones de apariencia se puede tratar este limite de modo menos estricto.		
NOTA 2 Para estas clases de exposición, además, la descompresión se debería comprobar bajo la combinación cuasipermanente de cargas.		

Entonces, el ancho máximo de fisura permitido para los dinteles es de 0,3mm.

Para calcular dicho ancho de fisura se emplea la siguiente ecuación:

$$w_k = s_{r,max} (e_{sm} - e_{cm})$$

Donde

$s_{r,max}$ es la separación máxima entre fisuras, y se puede obtener mediante la siguiente ecuación:

$$s_{r,max} = 2c + 0.25K_1K_2 \times \phi / \rho_{peff}$$

Donde

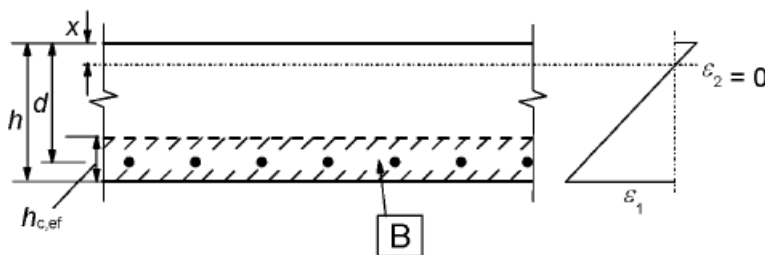
$c=3.5$ cm

k_1 depende de la adherencia de las barras. En este caso, con barras corrugadas el valor de k_1 es 0.8

K_2 depende de las tensiones, para flexión $K_2=0.5$

$\phi = 32$ mm

ρ_{peff} se obtiene con el A_{ceff} que, a su vez, depende de $h_{c,eff}$:



B - área eficaz de tracción, $A_{c,eff}$

Una vez definido el espaciamiento máximo, se procede a calcular $e_{sm}-e_{cm}$ que se obtiene de la siguiente ecuación:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Como la armadura de los elementos ya está definida, se puede proceder a emplear las tablas 7.2.N y 7.3.N del Eurocódigo que permite expedir del cálculo explícito del ancho de fisura en elementos que tengan unos espaciamientos entre barras determinados y un diámetro máximo de las barras.

Estas son las tablas:

Tensión del acero ² [MPa]	Diámetro máximo de la barra [mm]		
	w _k = 0,4 mm	w _k = 0,3 mm	w _k = 0,2 mm
160	40	32	25
200	32	25	16
240	20	16	12
280	16	12	8
320	12	10	6
360	10	8	5
400	8	6	4
450	6	5	-

De la tabla 7.2.N se extrae que, para un ancho de fisura máximo de 0.3mm y una disposición de armadura mediante barras de 32mm, la tensión máxima permitida para el acero en la combinación cuasipermanente de acciones será de 160 MPa. Esta verificación se hará a continuación.

Tensión del acero ² [MPa]	Separación máxima de barras [mm]		
	w _k = 0,4 mm	w _k = 0,3 mm	w _k = 0,2 mm
160	300	300	200
200	300	250	150
240	250	200	100
280	200	150	50
320	150	100	-
360	100	50	-

De la tabla 7.3.N se extrae que, para ancho de fisura de 0.3mm y tensión máxima del acero de 160 MPa se obtiene un espaciamiento máximo entre barras longitudinales de 30 cm, lo que queda garantizado, ya que se ha escogido una opción a partir de barras con espaciamientos de 10 cm..

Para comprobar la tensión del acero se procede como sigue:

$$\sigma_s = \frac{M_{qp}}{0,9d A_s} = \frac{8802}{0,9 \times 1,66 \times 312 \times 10^{-4}} = 188120 \frac{KN}{m^2} = 188,12 MPa$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Como $\sigma_s > \sigma_{smax}$, se habrá de aumentar el área de acero para evitar que las tensiones superen los 160 MPa.

Entonces, el área de acero a disponer para controlar la tensión de las armaduras con un valor máximo de 160 MPa en combinaciones cuasipermanentes es de:

$$A_s = \frac{M_{qp}}{0.9d\sigma_s} = \frac{8802}{0.9 \cdot 1.66 \times 160000} = 366 \cdot 10^{-4} m^2 = 366 cm^2$$

La disposición de la armadura para momentos negativos se efectuará mediante dos hileras de 24 barras de 32 mm de diámetro separadas 10 cm en horizontal y con separación de 6 cm entre los ejes de hileras. Lo que equivale a la colocación de 370 cm² de armadura.

Cabe destacar que el ancho de fisura domina frente a la resistencia en este caso.

CONTROL DE TENSIONES

Limitación de tracciones en el hormigón

Se ha verificado que las tensiones máximas de tracción en el hormigón son inferiores al máximo permitido, eso es:

$$\sigma_c < f_{ctm} \text{ ó } f_{ctk}0.05$$

Limitación de compresión en el hormigón

De cara a limitar el riesgo de fisuración longitudinal de los elementos, se ha comprobado que:

$$\sigma_c < 0.6f_{ck} \text{ en combinaciones características}$$

De cara a controlar la fluencia en los dinteles para la clase de exposición XS1, se limita la tensión de compresión a:

$$\sigma_c < 0.45f_{ck} \text{ en combinaciones cuasipermanentes}$$

Todas estas comprobaciones se ven garantizadas ya que se ha sobredimensionado los dinteles. Esto es así porque se precisa del espacio necesario para la colocación de los gatos hidráulicos que levantarán el tablero en las operaciones de sustitución de los aparatos de apoyo.

DIMENSIONAMIENTO ZAPATAS

ACCIONES SOBRE LA ZAPATA

Se considera que la combinación de cargas más desfavorable para las cimentaciones es aquella que produce unos esfuerzos en la base de los pilares centrales tales que:

PILAR 1

$$N_{d,max} = 1.35 (3586 + 774 + 510) + 1.5 (800 + 1590) = 10159 \text{ KN}$$

$$M_{d,y} = 1.35 (- 1118.35 - 88) + 1.5 (- 497 - 250) = 2748 \text{ KNm}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$M_{d,z} = \pm 3780 \text{ KN m}$$

PILAR 2

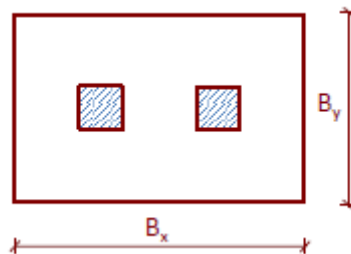
$$N_{d,max} = 1.35 (3586 + 774 + 510) + 1.5 (800 + 1590) = 10159 \text{ KN}$$

$$M_{d,y} = 1.35 (- 1118.35 - 88) + 1.5 (- 497 - 250) = 2748 \text{ KNm}$$

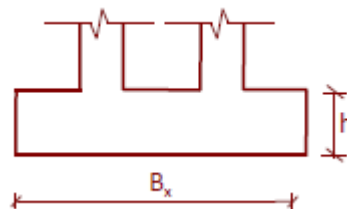
$$M_{d,z} = \pm 846 \text{ KNm}$$

ETAPAS DEL DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZAPATAS:

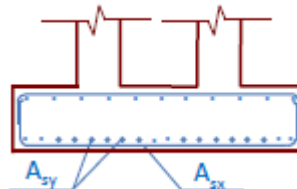
1.- Dimensionamiento en planta



2.- Dimensionamiento de la altura



3.- Dimensionamiento de armaduras ($A_{s,x}$ y $A_{s,y}$)

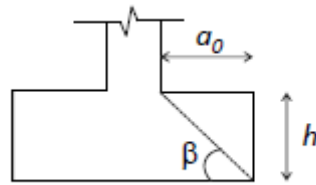


En este caso se ha decidido dimensionar zapatas corridas que cumplan con la condición de rigidez, para poder considerar que los esfuerzos en la base de la cimentación tienen una ley de interacción lineal entre el suelo y la estructura.

Dicha condición de rigidez ha de cumplir que:

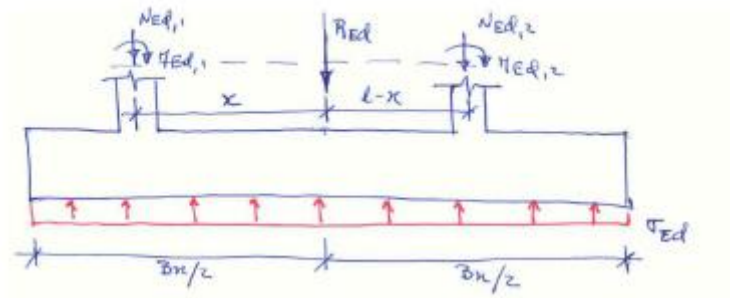
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$H > a_0/2$



Donde h es la altura de la zapata y a_0 es el mayor voladizo de la zapata

Para dimensionar en planta, primero hay que definir las variables:



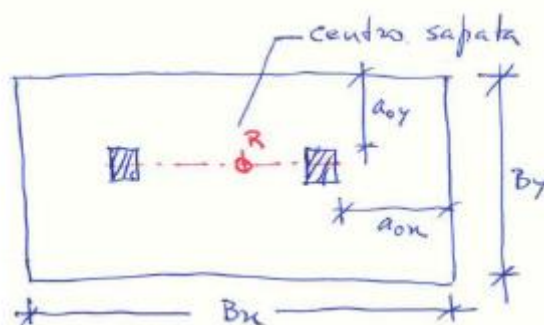
Para los esfuerzos que se sospecha que son los más desfavorables se obtiene:

$N_{ed,1} = 10159 \text{ KN}$, $M_{ed,1} = 2748 \text{ KNm}$, $N_{ed,2} = 10159 \text{ KN}$, $M_{ed,2} = -2748 \text{ KNm}$

$R = N_{ed,1} + N_{ed,2} = 20318 \text{ KN}$

$$x = \frac{(M_{ed,1} + M_{ed,2} + N_{ed,2} \times 7.14)}{R} = 3.57 \text{ m}$$

Es decir la resultante de los esfuerzos recae en el centro de la zapata



1.-DIMENSIONAMIENTO EN PLANTA

Para obtener una primera aproximación de las dimensiones en planta de dicha zapata hay que cumplir la condición:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$\sigma_{ed} = \frac{(N_{ed,1} + N_{ed,2}) \times 1.1}{B_x B_y} \leq \sigma_{rd, \text{suelo}}$$

Donde σ_{rd} se supondrá de 375 KPa, un valor muy conservador teniendo en cuenta las condiciones del suelo, pero ello garantiza una cierta confianza al proyectista, que debido a su inexperiencia, prefiere estar del lado de la seguridad.

Para la obtención de las variables B_x , efectiva y B_y , efectiva se intentará igualar los valores a_{0x} y a_{0y}

Entonces podemos definir el área mínima de la zapata para resistirá el axil

$$A_{ef} = \frac{20318 \times 1.1}{375} = 54.18 \text{ m}^2$$

Se calcula el área efectiva como:

$$A_{ef} = (8.74 + 2ax) \times (1.6 + 2ay) > 55$$

Resolviendo la ecuación de segundo grado se obtiene un valor de $a_{0x} = a_{0y} > 1.5 \text{ m}$

Es decir las dimensiones de las zapatas para resistir el axil sin sobrepasar la tensión admisible son:

$$B_x = 12 \text{ m}$$

$$B_y = 5 \text{ m}$$

Ahora, en el caso de la dimensión B_y , hay que añadirle la anchura necesaria para resistir el momento más desfavorable que actúa junto con el axil. Para ello se obtiene la excentricidad del axil mediante la relación:

$$\text{excentricidad}, y = \max\left(\frac{Mz1}{N1}, \frac{Mz2}{N2}\right) = 0.37 \text{ m}$$

La dimensión B_y final tendrá que ser:

$$B_y = 5 + 2 \times 0.37 = 5.75 \text{ m}$$

Y la dimensión B_x es de 12,5m usando el mismo sistema.

Cabe destacar que estos valores han sido calculados para la combinación de acciones que se sospecha que sea la más desfavorable y que una vez obtenidas las demás combinaciones, sobre todo las sísmicas, habrá que verificar que dichas dimensiones no produzcan mayores tensiones que las admisibles de diseño considerando un factor de seguridad elevado.

El área total es de 69 m².

2.- DIMENSIONAMIENTO DE LA ALTURA DE LA ZAPATA

La altura mínima para garantizar la condición de rigidez de la cimentación y poder considerar que la ley de tensiones de interacción suelo-cimentación es lineal, es:

$$H > a_0/2 > 1 \text{ m.}$$

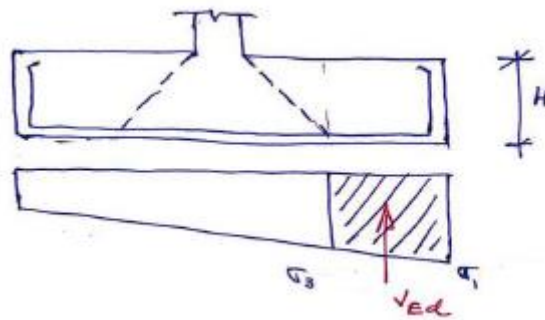
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Se considerará H =1,30 m para una primera aproximación.

Por criterios constructivos, se dispondrá en todas las bases de las zapatas de capas de regularización mediante hormigón pobre de 10 cm de espesor. Sus características vienen definidas en el pliego.

Lo que condiciona el dimensionamiento de la altura es el punzonamiento ejercido al transmitir los esfuerzos axiales de los pilares a la zapata.

Para el dimensionamiento y la verificación del punzonamiento, se aplicará el método simplificado proporcionado en el anejo del eurocódigo portugués que permite estimar la tensión de corte de la sección situada a una distancia d de la base del pilar pero aplicada en una sección de control situada a una distancia d/2 como se muestra en la siguiente imagen.



$$\sigma_1 = \frac{R}{A_{total}} + \frac{6M_{edz}}{Bx^2By} + \frac{6M_{edy}}{Bx2By} = 376 \text{ Kpa}$$

Del mismo modo

$$\sigma_2 = 187.6 \text{ KPa}$$

Y se procede a calcular la tensión de referencia:

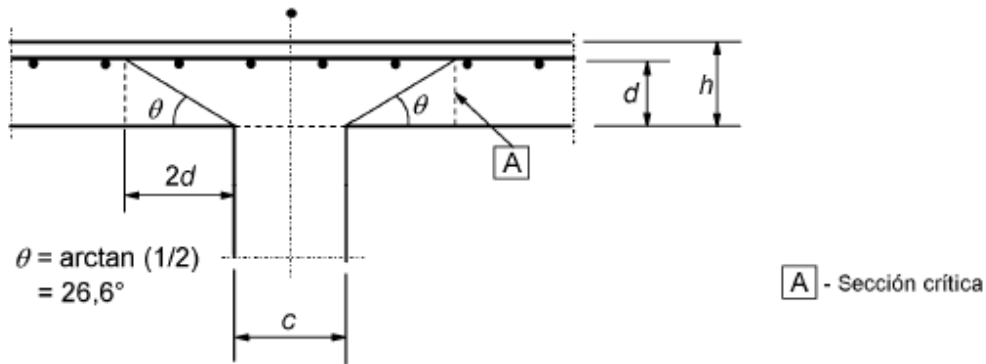
$$\sigma_{ref} = \frac{3\sigma_1 + \sigma_2}{4} = 328 \text{ KPa}$$

σ_3 será función del perímetro crítico de control y se obtendrá mediante interpolación lineal.

Según el Eurocódigo, se puede hacer una comprobación para varios perímetros situados entre 0,5d y 2d de la cara del pilar.

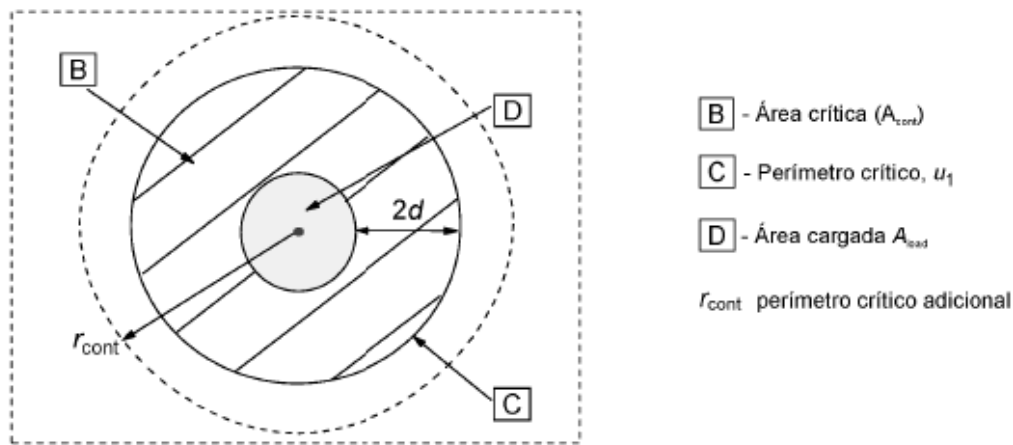
Ned	10159	fck	30
Med	3780	cuantía	0,02
Bx	12,5	a0x	1,9
By	5,75	a0y	2
bx	1,6	Hmin	1
by	1,6	H	1,3
tension media	282	d	1,25
tension ref.	328	k	1,4

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Se habrá de calcular la resistencia al punzonamiento para todas las secciones desde 0,5 d y 2d

0.02



Donde la resistencia se calcula mediante:

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \times 2d / a \geq v_{min.} \times 2d / a$$

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

$$v_{Ed} = V_{Ed,red} / ud$$

Donde

f_{ck} en MPa

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad d \text{ en mm}$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} \leq 0,02$$

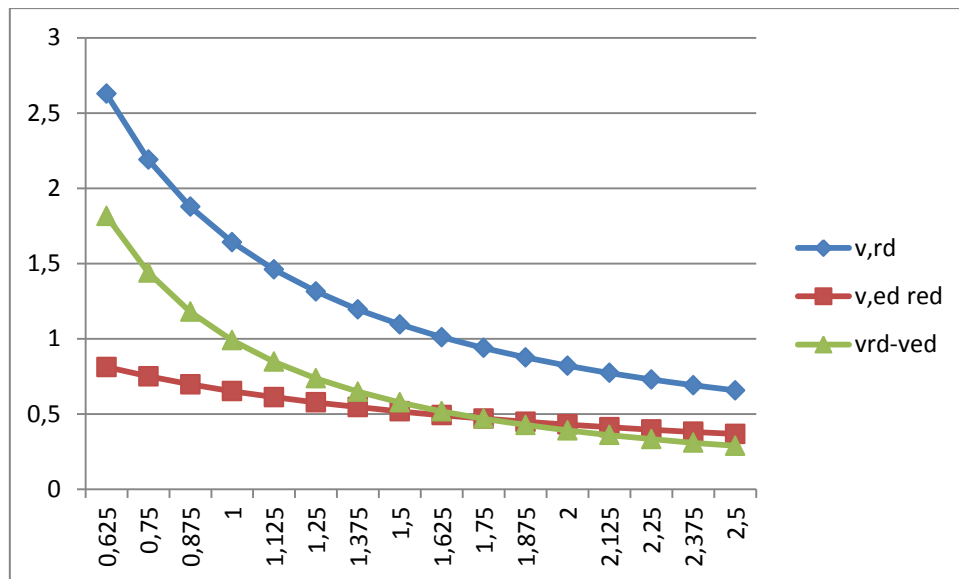
ρ_{ly}, ρ_{lz} se refieren a las cuantías de la armadura adherente de tracción en las direcciones y y z, respectivamente. Los valores ρ_{ly} y ρ_{lz} se deberían calcular como valores medios tomando una anchura de losa igual a la anchura del soporte más 3d a cada lado.

$C_{rd,c} = 0.12$, $f_{ck} = 30$ MPa, $\rho_l = 0.02$, $k_1 = 0.1$, $v_{min} = 0.3$ MPa

Para la obtención de un resultado óptimo de la altura de la zapata, se han empleado hojas de cálculo para ajustar al máximo el valor de H.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Se ha obtenido un valor óptimo de $d=1,25\text{m}$ y $H=1,30\text{m}$.



Distribución de las tensiones de corte producidas en varios perímetros de control

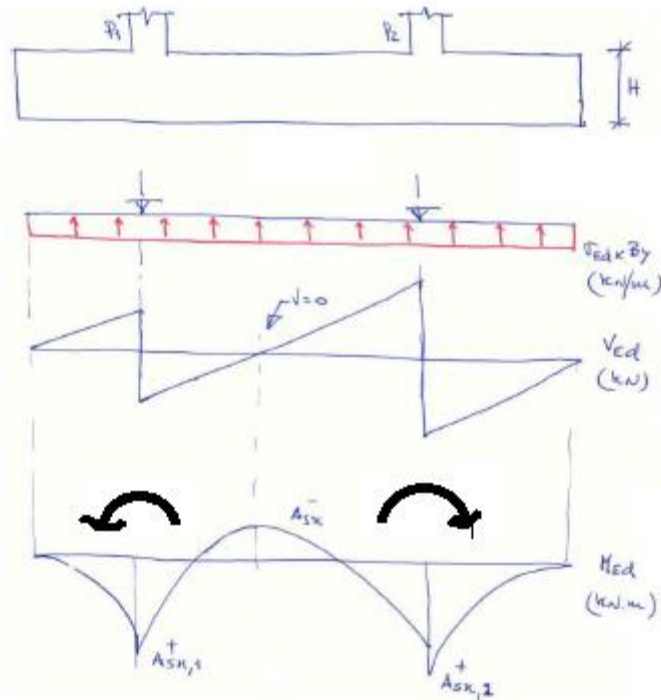
Se observa que hay el margen suficiente para garantizarse el estado límite último de punzonamiento en las zapatas de los pilares.

No hay necesidad de disponer armadura de punzonamiento para el canto escogido.

3.-DIMENSIONAMIENTO DE LA ARMADURA DE LAS ZAPATAS

La zapata trabajará a modo de viga continua con voladizos en los laterales, con unas tensiones que producirán los esfuerzos siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Se obtiene una distribución lineal de cortantes y una distribución de momentos tales que:

-
- $M_{,x} = 4880 \text{ KNm}$ en el centro
- $M_{x^+} = 6520 \text{ KNm}$ en los apoyos.

La armadura para la dirección en x se calcula para dichos momentos máximos y se dispondrá uniformemente a lo largo de las zapatas, porque la distribución de momentos será uniforme a lo largo de la dimensión y.

-ARMADURA DE COMPRESIÓN

$$A_s = \frac{Med}{0.85 \times d \times f_{yd}} > 105 \text{ cm}^2$$

-ARMADURA DE TRACCIÓN

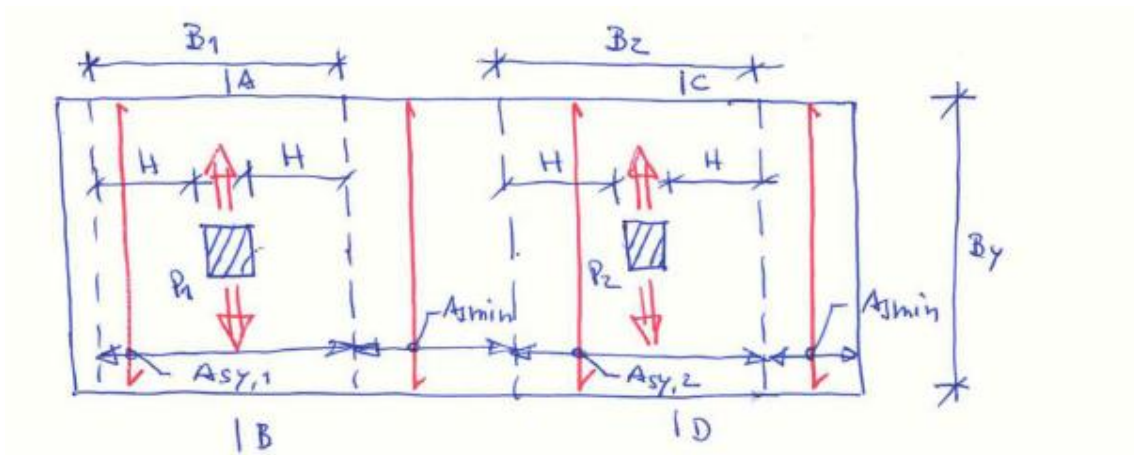
$$A_s = \frac{Med}{0.85 \times d \times f_{yd}} > 141 \text{ cm}^2$$

Obtenemos un mínimo de 105 cm^2 en la cara superior para resistir el momento negativo. Se dispondrán 6 barras de 20mm de diámetro por metro de ancho, a lo largo del tramo central. En los extremos se reducirá a un total de 3 barras de 20 mm por metro.

Obtenemos un mínimo de 141 cm^2 que se dispondrá mediante 5 barras de 25 mm de diámetro por cada metro de ancho. Esta armadura habrá de ir anclada un metro para arriba (40 veces el diámetro).

Para la dirección “y” del armado se hará uso de este esquema:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Corte A-B

$$\sigma_{Ed,1} = \frac{N_{Ed,1}}{B_y \cdot B_1} \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$M_{Ed,1} = \frac{\sigma_{Ed,1} \cdot B_1 \cdot l_y^2}{2} \quad (\text{kg.m})$$

$$A_{s_y,1} = \frac{M_{Ed,1}}{0,85 \cdot d \cdot f_y d} \quad (\text{cm}^2) \quad / \text{a distribuci} \\ \text{em } B_1$$

El momento se calcula como un voladizo de longitud igual a $l_{vol} = a_0y + 0.15D_{pilar} = 2.14 \text{ m}$.

Corte C-D

$$\sigma_{Ed,2} = \frac{N_{Ed,2}}{B_y \cdot B_2} \quad (\text{kg/m}^2)$$

$$M_{Ed,2} = \frac{\sigma_{Ed,2} \cdot B_2 \cdot l_y^2}{2} \quad (\text{kg.m})$$

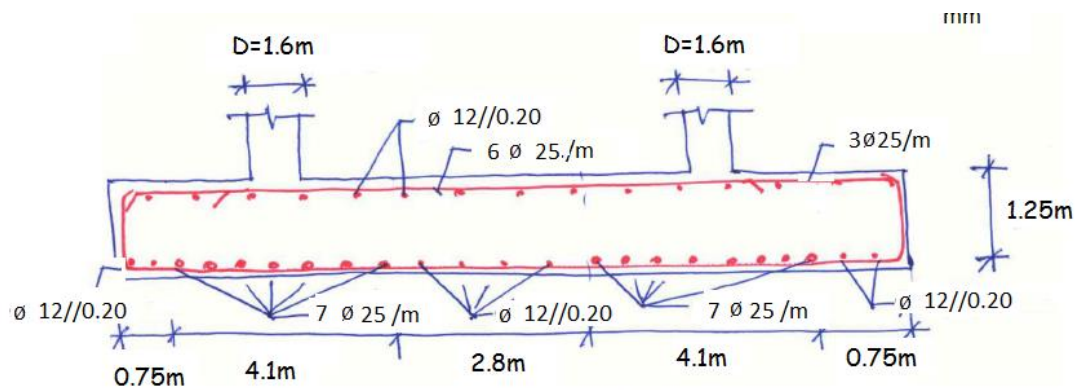
$$A_{s_y,2} = \frac{M_{Ed,2}}{0,85 \cdot d \cdot f_y d} \quad (\text{cm}^2) \quad / \text{a dist.} \\ \text{em } B_2$$

$$M = PL^2/2 = (1886 \times 2.14^2)/2 = 4318 \text{ KNm}$$

$A_s = 4318 / (0.85 \times 1.25 \times 435000) = 145 \text{ cm}^2$ a lo largo de una longitud $L = \text{Diámetro pilar} + 2H = 4.2 \text{ m}$. Es decir $34.5 \text{ cm}^2/\text{m}$, o 7 barras de 25 mm cada 15 cm durante los 4,2m y luego la armadura mínima dispuesta en la zona central.

Esta será la distribución final de armado calculado:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Cabe destacar que este armado es suficiente para resistir la combinación de acciones más desfavorable para la zapata central de cada tablero, y que para el resto de zapatas se mantendrá las mismas dimensiones en planta, altura y de cuantía de armadura para estar del lado de la seguridad.

Es muy importante comprobar que la componente horizontal H de la carga no hace deslizar a la cimentación. Para ello se debe cumplir:

$$H \leq \frac{\alpha \cdot BL + Vtg\delta}{FS}$$

Donde:

α : adherencia (normalmente no se considera para estar del lado de la seguridad).

d : ángulo de fricción hormigón-terreno menor al ángulo de rozamiento interno del suelo, en este caso 10°

Es decir que la fuerza horizontal total sobre las cimentaciones de la obra de paso está limitada al 6% de las fuerzas verticales, adoptando un valor del Factor de Seguridad de 3.

Esta condición se suele cumplir para la mayoría de combinaciones en puentes.

La combinación sísmica es la que introduce las mayores fuerzas horizontales, por lo que es más susceptible de padecer deslizamientos de cimentación, aunque, como se demostrará en el correspondiente apartado, no se producirá deslizamiento de ninguna de las cimentaciones.

LOSAS DE TRANSICIÓN

GENERALIDADES

Las dificultades para compactar perfectamente los terraplenes de acceso a la obra de paso, contiguos a los estribos, facilitan la aparición de asentamientos. Con el paso del tiempo y del tráfico se pueden producir desnivelaciones de algunos centímetros entre el pavimento de la calzada situado sobre los terraplenes de acceso junto a los estribos, y el colocado directamente sobre éstos.

Estas desnivelaciones son inaceptables por diferentes razones, entre las que se mencionan las siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

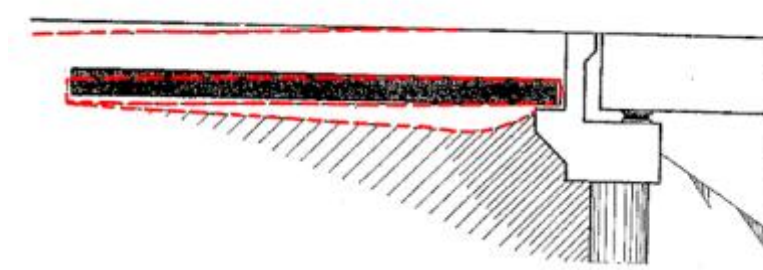
-Pueden resultar peligrosas para los usuarios que circulan a gran velocidad y, en cualquier caso: originan siempre una incomodidad.

-Pueden originar efectos dinámicos importantes sobre el tablero, con un incremento sensible del coeficiente de amplificación dinámica de las cargas del tráfico.

-Las reparaciones de estas zonas obligan a cerrar algunos carriles al tráfico, produciéndose molestias al usuario y riesgos para su seguridad, y gastos elevados de conservación.

-La zona de transición entre la obra de paso y sus terraplenes de acceso será estudiada en el proyecto como parte integrante de la propia obra de paso, justificando en cada caso la forma de mantener la continuidad de la rasante a lo largo del tiempo.

Siempre se ha de colocar una losa de transición, que apoya en uno de sus extremos sobre el estribo, en tanto que el otro acompaña el asentamiento del terraplén como se observa en la figura:



Se puede prescindir de la losa de transición si, simultáneamente:

-La categoría de tráfico pesado (instrucción 6.1 y 2-IC sobre secciones de firme) es T2 o inferior.

-El asiento previsible del terraplén de acceso (incluido, en su caso, el de su cimiento) es inferior a 20 mm si el tablero apoya también sobre el terraplén (estribo flotante), o a 10 mm en los demás casos.

Cuando el estribo tenga un sistema de contención del terraplén de acceso mediante elementos prefabricados con tirantes interiores o una estructura de suelo reforzado, la compactación del terraplén bajo del tablero suele ser dificultosa.

Para el proyecto en estudio no se puede prescindir de la losa de transición ya que no se cumplen las condiciones que dispensan su implantación.

Hay dos tipos de losas de transición, según sea el pavimento de la calzada en los accesos a la obra de paso:

-Para pavimentos bituminosos la losa es inclinada. Su cara superior, en el extremo del lado del terraplén, se sitúa a la profundidad de la explanada, para variar paulatinamente su rigidez en el seno del firme

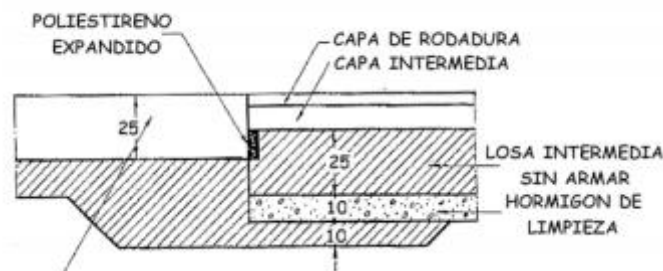
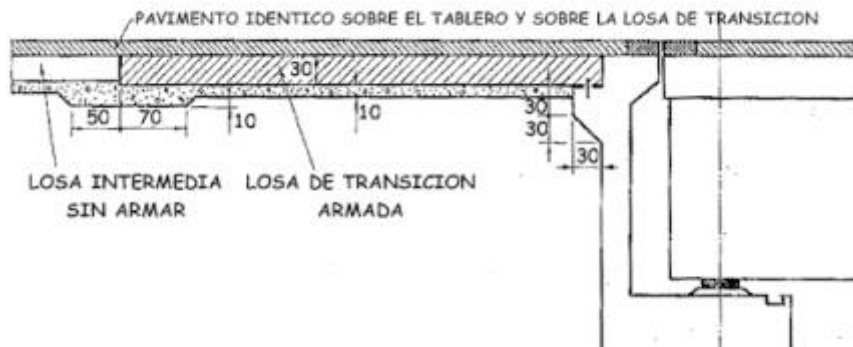
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

-Para pavimentos de hormigón vibrado la losa de transición es superficial y se distinguen dos casos:

-Si el pavimento del tablero es de hormigón vibrado, la losa de transición también formará parte del pavimento.

-Si el pavimento del tablero es bituminoso, la losa de transición lleva el mismo pavimento, y entre ella y el pavimento de hormigón vibrado de los accesos se dispone de losa intermedia no armada, de las mismas dimensiones que ésta y con el mismo pavimento. En este caso se puede variar algo la longitud para acoplarla a la secuencia de losas del pavimento de los accesos y disminuir el canto a 25 cm.

Para el caso abordado, el pavimento del tablero es bituminoso, por lo que el pavimento de la losa de transición también será bituminoso de las mismas dimensiones.



DIMENSIONAMIENTO

La longitud de la losa de transición es función del asiento diferencial previsto entre estribo y terraplen, y de la variación admisible en el perfil longitudinal. Esta variación, medida por la diferencia de pendientes, está dada por la tabla según la clase de carretera. Esta última influye no sólo por la intensidad de la circulación o la proporción de vehículos pesados, sino porque en autopistas o autovías donde se circula a gran velocidad los usuarios son más sensibles a las incomodidades, aparte del mayor peligro que se deriva de una falta de concentración del conductor basada en la confianza con la que se circula por estas vías de alta capacidad.

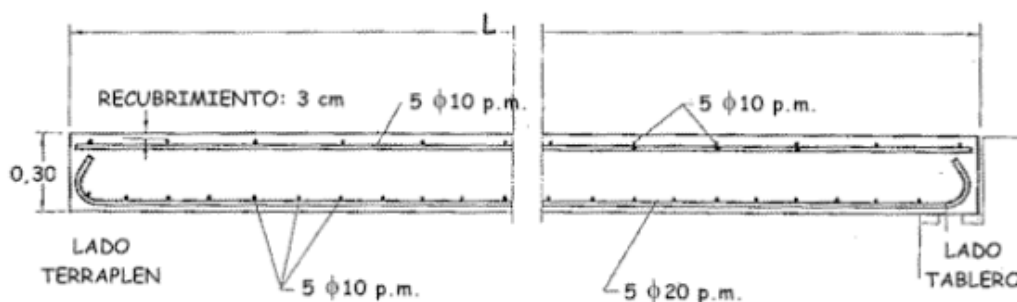
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

El asiento previsible depende de la altura del terraplen junto al estribo, y de sus condiciones de compactación. Se recomienda que la longitud de la losa no sea superior a la altura del terraplén en las inmediaciones del estribo, es decir, 6 m en este caso, las longitudes cortas no representan una mejora sensible respecto a la ausencia de losas de transición.

La anchura de la losa de transición será igual a la de la plataforma (calzada mas arcenes) es decir 16 m por cada calzada

El canto de la losa de transición será de 30 cm ya que no se prevén fuertes asientos debidos a la poca capacidad portante del cimientto del terraplén de acceso.

La armadura a disponer será la siguiente:



Donde L es la longitud de la losa (L=5m).

Es decir se dispondrán las siguientes barras:

-5 barras de 20 mm por metro de ancho en dirección longitudinal en la cara inferior con un total de 163 parras espaciadas 20cm y 5,6m de largo.

-5 barras de 10 mm por metro de ancho en dirección longitudinal en la cara superior, con un total de 163 barras espaciadas 20 cm y 5,6 m de largo.

-5 barras de 10 mm por metro de largo en dirección transversal en la cara superior, con un total de 25 barras de 33,1 m de largo.

-5 barras de 10 mm por metro de largo en dirección transversal en la cara inferior, con un total de 25 barras de 33,1 m de largo.

Obviamente todo esto será para ambas losas de transición. Las condiciones del terreno son las mismas, las alturas de los terraplenes son idénticas por lo que las dimensiones y los detalles constructivos de ambas serán iguales.

En cuanto a los materiales:

Se empleará un hormigón tipo C20/25.

Armaduras: El acero será del tipo BS500.

COMENTARIOS

Apoyo de la losa en el estribo: La losa se apoyará sobre un saliente del murete de guarda del estribo. El apoyo requiere 30 cm de anchura, y se establecerá mediante una rótula plástica, obtenida dejando en el hormigón un estrangulamiento central de 8 cm de anchura (mediante tiras de poliestireno expandido de 2 cm de espesor), cosido con pasadores de acero $\phi 20$ cada 1 m.

La junta de expansión del tablero no será solidaria con la losa de transición, ya que un asentamiento importante de la losa en el lado del terraplén provocaría un giro tanto de la propia losa como de la junta, con una fuerte sollicitación sobre los anclajes de ésta.

Como el pavimento de los accesos a la obra de paso es bituminoso, la profundidad de la cara superior de la losa de transición, en su extremo del lado del tablero, será la menor posible compatible con que pase sobre ella todo el pavimento, y también la base pero reducida al espesor mínimo constructivo que permita el hormigón.

La losa de transición sólo palió las consecuencias negativas de un asentamiento incontrolado del terreno natural o del terraplén sobre él que se ha construido; pero no permite prescindir del cuidado en la preparación del cimiento del terraplén, en la calidad de sus materiales, y en su compactación.

La losa de transición se hormigonará sobre una capa de 10 cm de hormigón de limpieza (hormigón tipo H-10). Antes de colocar este hormigón se procederá a compactar y refinar el relleno subyacente.

Se construirán los terraplenes de acceso lo más pronto posible, y la losa de transición lo más tarde posible, para dar tiempo a que los primeros asentamientos se estabilicen.

APARATOS DE APOYO

INTRODUCCIÓN

El tablero del puente en estudio transmite las cargas a los estribos y a las pilas mediante la interposición de unos elementos comúnmente denominados “apoyos” o “aparatos de apoyo” .

Los apoyos no solamente deberán ser capaces de absorber las fuerzas horizontales y verticales transmitidas por el tablero, originadas por las cargas permanentes y sobrecargas, sino también deben permitir determinados movimientos e impedir otros.

ACCIONES TRANSMITIDAS A LOS APOYOS

De una manera general, y sin entrar por el momento en el análisis detallado que habrá que hacer, en los puentes de tipo medio, como es el caso, los aparatos de apoyo soportarán y transmitirán a la subestructura fuerzas que referidas al sistema de ejes usado en este proyecto

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

(eje x en dirección longitudinal, eje y en dirección transversal y eje z vertical) serán susceptibles de tener tres componentes.

A continuación se analizan, para el caso general de un puente de planta recta el origen de las tres componentes de las fuerzas en este caso.

Componente Fz

Debida a las cargas verticales transmitidas por el tablero, esto es, cargas permanentes, sobrecargas y pretensado. De existir descensos en la cimentación o fuerzas sísmicas de componente vertical se generarán fuerzas adicionales por estas acciones de componente según el eje z.

Igualmente, en un análisis detallado de los esfuerzos de viento sobre el tablero (transversales al eje del puente) se producirán fuerzas de componente según z en el caso de existir más de un apoyo en la línea de apoyos considerada

Componente Fx

Debida a:

- Efectos de frenado y arranque de vehículos.
- Acortamiento elástico debido al pretensado.
- Deformaciones termohigrométricas del tablero (temperatura, retracción, fluencia).

Como se comentará más adelante, esta fuerza dependerá en gran medida no sólo del tipo de apoyo utilizado, sino también de la rigidez de la subestructura.

- Efectos sísmicos de componente según X.
- Errores en la nivelación del tablero sobre los aparatos de apoyo.

Componente Fy

Debida a:

- Efectos del viento
- Movimientos termohigrométricos ya que la anchura es apreciable.
- Fuerza centrífuga, en este caso inexistente.
- Efectos sísmicos de componente transversal.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

También en algunos casos, las cargas verticales son susceptibles de originar fuerzas horizontales en la dirección “X” y en la dirección “Y”. Estas fuerzas resultan, en general, despreciables.

MOVIMIENTOS DE LOS APOYOS

Los aparatos de apoyos establecen un vínculo entre el tablero del puente y la subestructura (pilas y estribos). De una manera general, en los aparatos de apoyo serán susceptibles de producirse movimientos relativos (giros y desplazamientos) entre el tablero y la subestructura según los ejes coordenados. Al hablar en los apartados siguientes de tipología de apoyos se verá cuáles de estos movimientos van a estar permitidos y cuáles no, dándose lugar a distintas clases de apoyos, fijos, libres, etc., que definirán el sistema de apoyo del puente y cuya disposición y tipología deberá quedara claramente definida en este proyecto.

JUSTIFICACIÓN EN LA ELECCIÓN DE APOYOS DE NEOPRENO ZUNCHADO

Se ha hecho uso de las recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera. Estos dispositivos están constituidos en esencia por un bloque de elastómero que lleva intercaladas en su masa y vulcanizadas con la goma, y por tanto firmemente adheridas a ella, unas chapas de acero. La palabra elastómero es un término genérico para los materiales sintéticos similares al caucho natural. Lo normal es utilizar cauchos sintéticos de los cuales el más común es el neopreno cuya denominación química es poli-2-clorobutadieno.

Responden en esencia al esquema en que se aprecia que las chapas o zunchos de acero quedan completamente embebidas en el bloque de elastómero lo que sirve para protegerlas de la corrosión.

Habitualmente se designa por “a” al lado menor del apoyo y por “b” al mayor. Se distingue asimismo la altura neta de la goma del apoyo T de la altura total del apoyo (suma del espesor de las láminas o zunchos de acero y de la altura neta de goma).

Esquema de funcionamiento

Frente a las cargas verticales transmitidas por el tablero los apoyos son deformables, es decir, sufren acortamientos según el sentido del eje -z (ver figura I), aunque en general esta flexibilidad vertical no se suele tener en cuenta en el diseño del tablero.

En cualquier caso, en la EN1337 y más adelante en este documento, está indicada la expresión del acortamiento vertical de los aparatos de apoyo en función de la tensión media a que esté sometido y de las características elásticas y geométricas del aparato de apoyo.

Un dato de gran importancia para el diseño de los aparatos de apoyo de neopreno zunchado es el módulo de elasticidad transversal de la goma o elastómero (G) que, de acuerdo con el

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

esquema de la figura, relaciona las fuerzas horizontales aplicadas al apoyo con los movimientos horizontales del mismo, según los conceptos clásicos de Resistencia de Materiales. El valor de G para acciones lentas (deformaciones termohigrométricas) suele estar comprendido entre 8 y 12 kp/cm². Para acciones instantáneas (frenado, viento, etc.) el valor de G es del orden del doble.

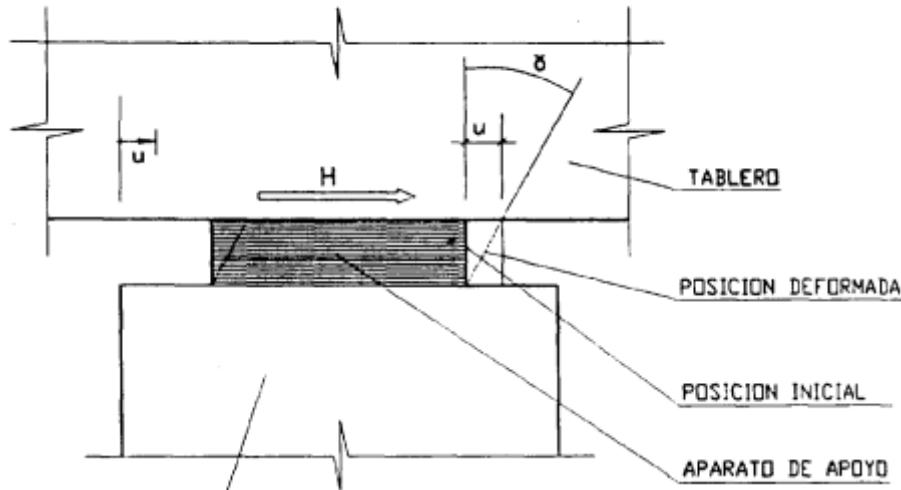


Figura: representación de las variables que intervienen en la deformación

$$\tau = \frac{H}{a \times b} \quad \text{tg } \delta = \frac{u}{t}$$

$$\tau = G \cdot \text{tg } \delta \quad H = G \cdot \frac{ab}{t} \cdot u$$

Donde

A y b son las dimensiones en planta

Tau es la tensión tangencial

H la fuerza horizontal

U el desplazamiento horizontal del tablero

T la altura neta de la goma

Tg d es la distorsión del aparato de apoyo o deformación angular

Con respecto a los giros, los apoyos de neopreno zunchado, gracias a su deformabilidad, permiten los giros relativos entre el tablero y la subestructura (giros cuyo eje esté contenido en el plano xy) sin apenas ejercer coacción a los mismos. En la EN1337, y en este documento, está indicada la expresión del momento reacción que se origina en el aparato de apoyo en función del giro a absorber y de las características elásticas y geométricas del apoyo. El descentramiento de las reacciones verticales provocado por este momento no es frecuente

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

tenerlo en consideración para el diseño de la subestructura, así que no se tendrá en cuenta en el caso abordado.

Con respecto a los movimientos horizontales, estos apoyos gracias a su deformabilidad en el plano xy, y de acuerdo con el esquema de la figura, permiten los movimientos relativos horizontales entre el tablero y la subestructura.

En base al esquema de la citada figura, la vinculación que establecen los apoyos de neopreno zunchado entre la subestructura (cabeza de las pilas o coronación de los estribos) y el tablero es de tipo elástico ya que permiten los movimientos relativos mediante su propia deformación siendo la relación entre la fuerza transmitida al apoyo (H) y el citado movimiento relativo (u) de tipo elástico lineal ($F = K u$) donde K (la rigidez del aparato de apoyo) viene dada por:

$$K = \frac{G \times a \times b}{T}$$

Para que este esquema de funcionamiento no se desvirtúe en ninguna circunstancia, no se debe producir el deslizamiento del tablero sobre el apoyo o el de éste sobre la cabeza de la subestructura arrastrado por aquél. Es, por lo tanto, un requisito de diseño importante el que en cualquier hipótesis de carga se verifique siempre que la acción horizontal transmitida al apoyo sea menor que el producto del coeficiente de rozamiento entre el apoyo y el hormigón por la reacción vertical concomitante con la fuerza horizontal.

Rango de utilización

Los apoyos de neopreno zunchado son los más usados en los puentes de tipo medio, como es el caso. Las reglas para su diseño y las distintas limitaciones que deben cumplir están expuestas y desarrolladas en la EN1337 por lo que a continuación tan sólo se comentan brevemente.

Limitación de la distorsión admisible bajo acciones lentas

De acuerdo con el esquema de la figura, se ha de verificar:

$$\tan \gamma = \frac{u}{T} \leq 0,5$$

siendo u el movimiento relativo entre el tablero y la subestructura debido a las deformaciones termohigrográficas (acciones lentas).

Limitación de la distorsión admisible total

Se ha de verificar que:

$$\tan \gamma = \frac{u}{T} \leq 0,7$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

siendo u el movimiento relativo entre el tablero y la subestructura debido tanto a acciones lentas como a acciones instantáneas (frenado, viento, etc). En situaciones con sismo la limitación anterior será:

$$\tan \gamma = \frac{u}{T} \leq 1,0$$

Limitación de la presión vertical máxima

Las tensiones verticales máximas para las que se dimensionan estos apoyos deben cumplir

$$\sigma = \frac{N_{\max}}{a \times b} \leq 150 \text{ Kp/cm}^2$$

donde N_{\max} = Reacción vertical máxima.

Condición de no deslizamiento

Ya comentada anteriormente y que exige que en cualquier hipótesis de carga se cumpla que:

$$H < f \times N$$

Donde f es el coeficiente de rozamiento para asegurar que no se desvirtúa el funcionamiento del apoyo de neopreno zunchado como tal (vinculación elástica en cuanto a movimientos horizontales entre el tablero y la subestructura).

Condición de estabilidad

La dimensión mínima en planta "a" del apoyo de neopreno zunchado debe ser tal que se verifique que:

$$a/10 \leq T \leq a/5$$

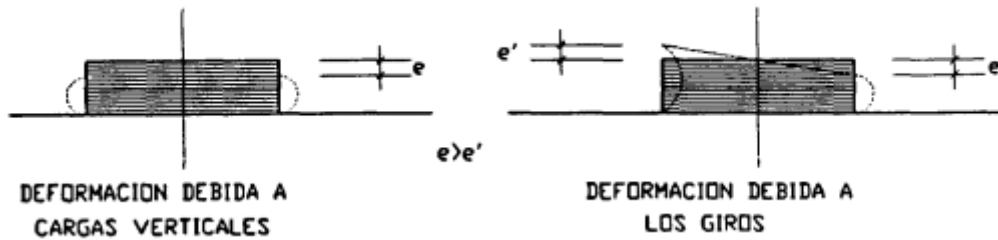
donde, como se ha dicho, T es la altura neta de elastómero del apoyo.

Giro admisible

El giro admisible de estos apoyos depende de la carga vertical (tensión media) que soporta el apoyo ya que la condición que se impone es que en ninguna hipótesis de carga se pueda producir en parte del apoyo descompresión del mismo quedando sólo parte de él cargado.

En el siguiente esquema se aclara lo expuesto:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Lo acabado de exponer se cumple ya que al exigir $e > e'$ se asegura la condición.

Es decir, cuanto mayor es la carga vertical que soporta el apoyo, mayor es su capacidad de absorción de giro.

En este sentido, la capacidad de absorción de giro de estos apoyos con tensiones de trabajo reducidas puede resultar muy baja.

En la EN1337 está indicada la expresión que relaciona el giro admisible del apoyo con la tensión vertical que soporta y las características elásticas y geométricas del propio apoyo.

Limitación de la tensión tangencial total en el contacto goma-zunchos de acero.

Se limita dicha tensión tangencial total debida a:

- Cargas verticales (T_n)
- Giros a absorber (T_α)
- Distorsión del aparato de apoyo (T_H)

al valor de $5G$ donde G es el módulo de elasticidad transversal del aparato de apoyo. En la EN1337 están indicadas las expresiones, que en función de las características elásticas y geométricas de los apoyos y de las cargas y movimientos a absorber, permiten obtener T_n , T_α y T_H .

CONSIDERACIONES PARA LA ELECCIÓN DE APOYOS

A continuación se exponen algunas consideraciones que se tendrán en cuenta en el diseño de los aparatos de apoyo del paso superior. La lista no pretende ser exhaustiva y lo que se trata es de llamar la atención sobre los hechos que se consideran más significativos, quedando el análisis hecho para la fase de diseño:

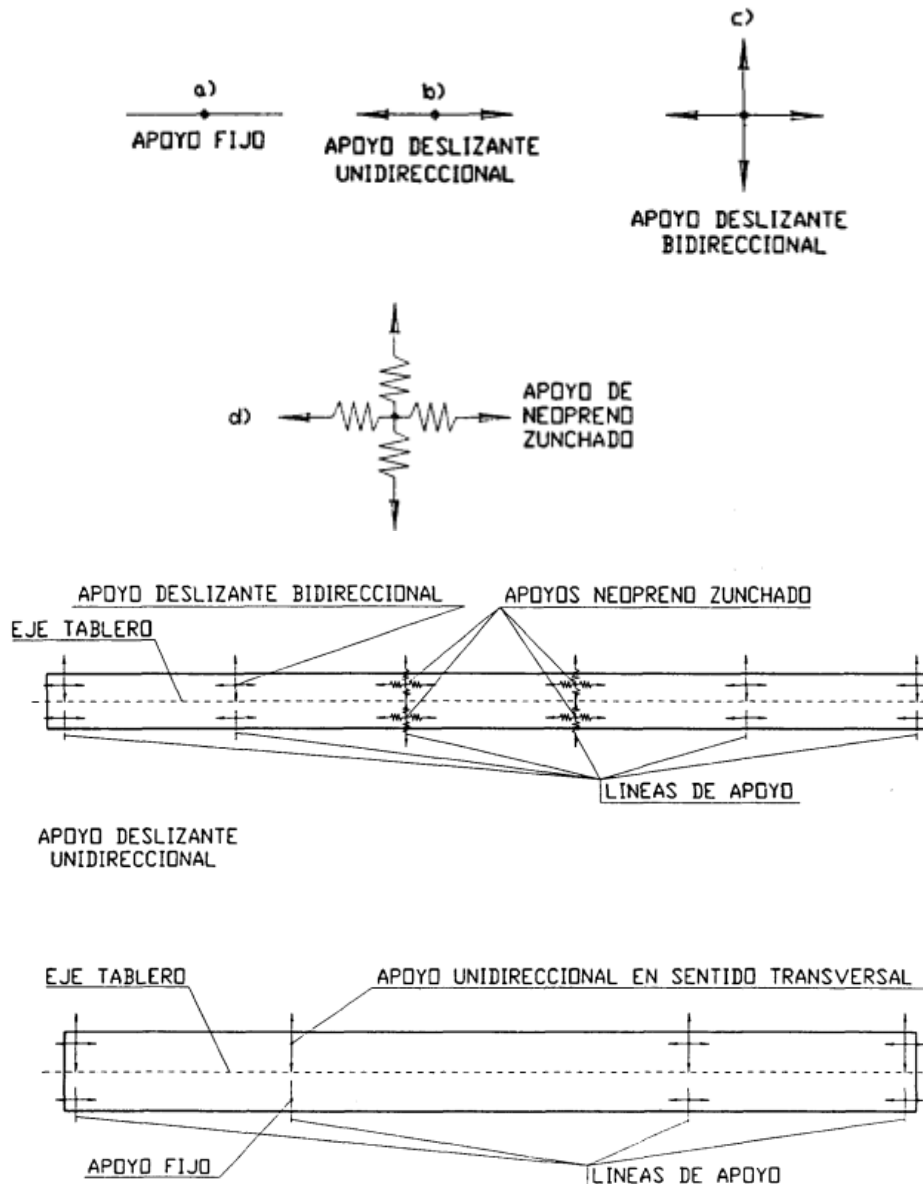
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- Los aparatos de apoyo establecen una vinculación entre el tablero y la subestructura (pilas y estribos). Esta vinculación permite unos movimientos e impide otros y transmite fuerzas a la subestructura siendo este reparto de fuerzas en la subestructura (fuerzas horizontales) función de las acciones exteriores, de la tipología de los apoyos y de la rigidez de la subestructura. Por lo tanto, los sistemas de apoyos no son independientes de la subestructura.
- Dos tableros idénticos con las mismas cargas verticales y giros en las líneas de apoyo tendrán, o podrán tener, una tipología de apoyos completamente distinta si en un caso las pilas son muy cortas y por tanto muy rígidas y en otro caso se trata de pilas esbeltas y, por consiguiente, flexibles. En el caso abordado todos los pilares y los estribos tienen aproximadamente la misma altura, por lo que es de esperar que la rigidez de todos los pilares sea la misma y que la rigidez de ambos estribos también lo sea. No es aconsejable empotrar las pilas al tablero ya que generarían en las pilas las deformaciones termo-higrométricas del tablero.
- Debe huirse de los sistemas de apoyo complicados. Siempre que se pueda, para que se cumplan todas las limitaciones de diseño (como se verá en las comprobaciones de la EN1337), será conveniente recurrir a aparatos de apoyo de neopreno zunchado.
- Cuando se utilicen aparatos de apoyo deslizantes, debe hacerse una valoración precisa del coeficiente de rozamiento. sea prioritario un dimensionamiento ajustado de la subestructura, puede ser aconsejable la realización de ensayos para determinar en las condiciones más desfavorables los valores extremos del mencionado coeficiente de rozamiento.
- Cuando se utilicen aparatos de apoyo deslizantes, éstos deben ir en combinación con otras tipologías de aparatos de apoyo en otras líneas de apoyo (fijos, de neopreno zunchado) porque, de no ser así, los tableros quedarían libres en un plano horizontal.
- Insistiendo en lo anterior, en función de la longitud del puente sin juntas, las distintas líneas de apoyo del tablero podrán tener, en general, apoyos de diferentes tipologías.
- El proceso constructivo puede influir en la elección del sistema de apoyo del puente o, en su caso, determinar distintas funciones para los aparatos de apoyos según se esté en fase constructiva o con el tablero terminado.
- Variando las distintas tipologías de apoyo (o los espesores de neopreno en el caso de apoyos de neopreno zunchado) se puede modificar el esquema de reparto de las acciones horizontales en la subestructura, lo que puede resultar determinante en el diseño de ésta.
- En el caso de disponer una línea de apoyos con apoyos fijos tipo pot, uno deberá ser completamente fijo en sentido horizontal (direcciones x e y), pero el otro o los otros, aún siendo fijos en la dirección x, deberán permitir el movimiento en la dirección y (dirección transversal al eje del tablero) para evitar, fundamentalmente en el caso de los tableros en estudio (de 16 m de ancho), que aparezcan coacciones debidas a las deformaciones termohigrométricas en sentido transversal al eje del puente.
- Se señala aquí de nuevo lo ya indicado al hablar de apoyos deslizantes, que de utilizarse en una misma línea de apoyo esta tipología, al menos uno, en general, debe estar fijo en sentido transversal.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

En el esquema de la figura se representa la manera habitual de definir los aparatos de apoyo de un tablero. El caso a) corresponde a un apoyo fijo, el b) a un apoyo deslizante unidireccional y el c) a un apoyo deslizante bidireccional o completamente libre.

En el caso de los apoyos de neopreno zunchado, como la vinculación que establecen entre el tablero y las pilas es elástica (en cuanto a movimientos horizontales), se ha optado por representarlos con el esquema del caso d).



COLOCACIÓN Y ENTORNO

En la colocación de los aparatos de apoyo es necesario tener en cuenta una serie de reglas y consideraciones para garantizar su correcto funcionamiento y durabilidad (en general, intrínsecamente alta dadas las características de los materiales que los constituyen) a lo largo de la vida útil de la estructura. En particular, además de las recomendaciones que pueda hacer el fabricante de los apoyos en cada caso, es preciso tener en cuenta:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

- Las caras superior (en contacto con el tablero) e inferior (en contacto con la subestructura) serán perfectamente paralelas y estarán en planos horizontales.

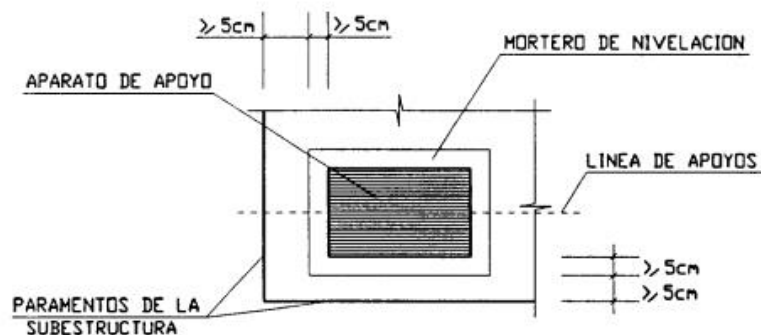
-La manera habitual de conseguir esta condición de planeidad y horizontalidad es mediante la colocación de morteros de nivelación y tacones de apoyo, tal como se indica en los esquemas adjuntos a este anejo. En los casos A) y B) de las figuras citada las camas de mortero superiores, al haberse dispuesto tación de apoyo, pueden no ser necesarias; no siendo así en los casos C) y D) correspondientes, por ejemplo, a un puente de vigas prefabricadas.

-De cualquier manera, la capa de mortero inferior, puede no ser necesaria por la geometría de la traza, aunque es aconsejable para absorber las posibles irregularidades de la parte superior de la subestructura.

-No obstante, como es aconsejable, se prevé en el diseño de los aparatos de apoyo un posible giro inicial debido a errores de nivelación.

-A veces, las placas de mortero de nivelación, en función del espesor que tengan, puede ser aconsejable armarlas, debiéndose disponer en este caso una armadura ortogonal que cubra en cada dirección $0,04R$, siendo R la reacción máxima vertical transmitida al aparato de apoyo.

- Es necesario siempre dejar unos resguardos mínimos en planta desde el borde de los aparatos de apoyo a los paramentos verticales de la subestructura. En el esquema de la figura 23 se puede ver la disposición aconsejada en la planta para un apoyo de neopreno zunchado de tipo medio ($a < 500$ mm. $B < 500$ mm.) Al aumentar las dimensiones del aparato de apoyo es recomendable incrementar las dimensiones de los resguardos mínimos. En ocasiones las dimensiones necesarias de los aparatos de apoyo pueden condicionar las dimensiones de la cabeza de la subestructura.



- Los apoyos de neopreno zunchado se colocarán con el lado mayor para lolo a la línea de apoyos al objeto de ofrecer la mínima coacción posible al giro longitudinal del tablero. (Giro de eje y

- Al diseñar la subestructura se ha tenido en cuenta que la coronación de los estribos y la cabeza de las pilas deben permitir una inspección y mantenimiento cómodo de los aparatos de

apoyo. También se ha previsto la posibilidad de tener que efectuar un levantamiento del tablero para sustituir los aparatos de apoyo a lo largo de la vida útil.

- Cuando se utilizan aparatos de apoyo deslizantes es muy importante en el momento de la colocación de la placa superior el reglaje de la misma (desplazamiento del centro de la placa con respecto al centro del apoyo) en función de los movimientos, reversibles o no y de su sentido, que queden por producirse, para que en ningún momento se pueda dar otro contacto que no sea entre el teflón y la placa de deslizamiento. Este reglaje será función de la temperatura media en el momento del montaje, de la edad del hormigón del tablero (deformaciones por retracción y fluencia), de los incrementos máximos y mínimos de temperatura posibles y del proceso constructivo seguido. El reglaje (valor y sentido) de las placas de acero de los apoyos deslizantes, en caso que se decidan usar, quedarán perfectamente definidos en este proyecto.

- Las dimensiones de las placas de acero serán tales que, además de cubrir los desplazamientos máximos en un sentido y en otro sin que se pierda el contacto entre la citada placa y el teflón, tengan unas holguras de seguridad para prevenir las posibles incertidumbres de cálculo.

- Tan importante como un diseño y fabricación correcta de los aparatos de apoyo es una colocación cuidadosa durante la construcción del puente como se deduce de lo expuesto.

DIMENSIONAMIENTO Y VERIFICACIÓN DE LOS APARATOS DE APOYO

Del correspondiente apartado de la determinación de acciones, se ha obtenido que la reacción más desfavorable en las vigas, será en la reacción correspondiente de alguna de las vigas centrales del dintel central.

Dicho valor en ELU es de

$$R_{v,max} = 3017 \text{ KN}$$

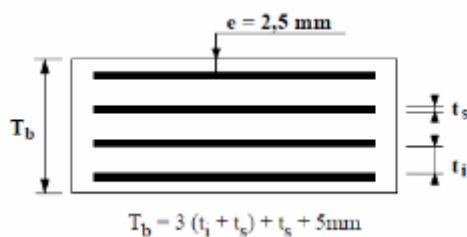
$$R_{h} = 312 \text{ KN}$$

DIMENSIONAMIENTO DE LOS APARATOS DE APOYO DE NEOPRENO ZUNCHADO

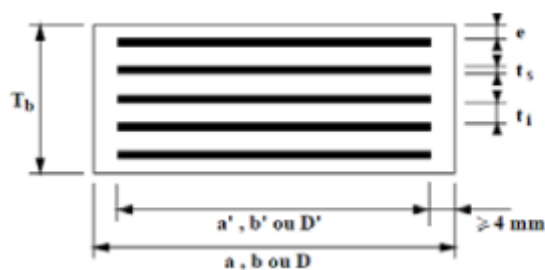
DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LOS NEOPRENOS ZUNCHADOS SEGÚN EN1337

La definición geométrica de los apoyos tipo B de la EN1337 (5.3.2) se dan en la siguiente figura:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Donde n es el número de láminas intermedias, asumiendo que la parte envolvente no forma parte.



Donde a,b,a' y b' son las dimensiones rectangulares y D y D' son los diámetros de los apoyos circulares, a y a' siempre designan la menor dimensión en planta si el apoyo es rectangular.

Según el número de laminaciones n, se pueden definir tres espesores que son requeridos para el dimensionamiento:

$$T_b = n(t_i + t_s) + t_s + 2e$$

$$T_e = n t_i + 2e$$

$$T_q = n t_i + 2e \quad \text{if } e > 2,5 \text{ mm}$$

$$T_q = n t_i \quad \text{if } e \leq 2,5 \text{ mm}$$

Donde

T_b representa el espesor nominal del neopreno

T_e representa el espesor nominal del elastómero

T_q representa el espesor nominal medio incluyendo las capas superiores y inferiores

Siempre el espesor nominal de la capa ha de ser superior a 2,5 mm

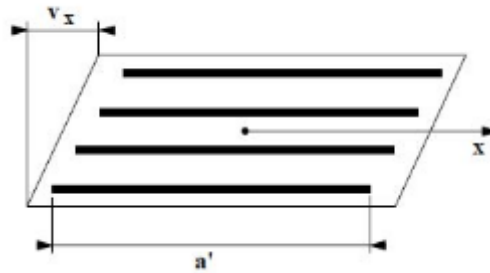
Se define el area reducida como

$$A_r = A' \left(1 - \frac{V_x}{a'} - \frac{V_y}{b'} \right)$$

Con

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$A = a' \times b'$$



En el caso abordado, se ha procedido a predimensionar un neopreno zunchado que cumpla con las dimensiones tales que, la tensión de compresión última sea inferior a 150 kg/cm^2 , T_b sea mayor a $0.5\delta_L$ donde δ_L son las deformaciones debidas a efectos

CRITERIOS DE VERIFICACIÓN

Para el correcto dimensionamiento de los aparatos de neopreno zunchado, hay que

Verification	ULS Basic combinations
Limitation of distorsion ϵ	$\epsilon = K_L (\epsilon_c + \epsilon_q + \epsilon_\alpha) < 7$ et $\epsilon_q < 1$
Traction in the plates	$t_s = \frac{2,6 F_z t_f}{A_f f_y}$
Limit in rotation	$\sum v_x \geq \frac{(a' \alpha_a + b' \alpha_b)}{K_r}$
Buckling stability	$\frac{F_z}{A_f} < \frac{2 G a' S_1}{3 T_e}$
Non-slip	$F_w \leq \mu_e F_z$ et $\frac{F_z G_{min}}{A} \geq 3 \text{ MPa}$

Deformación tangencial por carga vertical

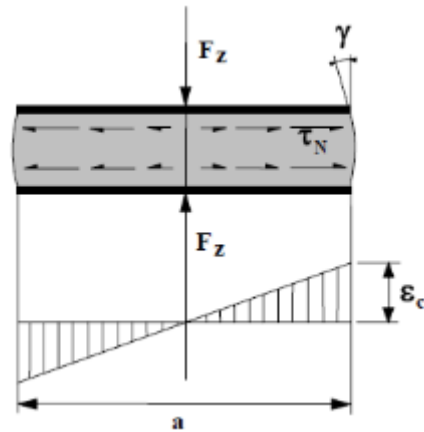
Bajo fuerzas normales centradas, se produce una distribución lineal ϵ_c de la distorsión asociada a las tensiones tangenciales en una capa de elastómero.

La máxima distorsión se produce en el centro del mayor lado del aparato de neopreno zunchado.

$$\epsilon_c = \frac{\tau_N}{G} = \frac{1,5 F_z}{G A_f S}$$

Donde G es el módulo de elasticidad transversal del aparato de valor 0,9 Mpa.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Asiento vertical por carga vertical

S es el coeficiente de forma de la capa i en cuestión.

Para un aparato rectangular, como es el caso se tiene:

Donde

$$l_p = 2(a' + b')$$

Y

$$\begin{aligned} t_e &= t_i \\ t_e &= 1,4 t_i \end{aligned}$$

Para capas internas y externas respectivamente

La deformación vertical, o asiento, total del aparato se puede determinar mediante la siguiente expresión:

$$v_z = \sum \frac{F_z t_i}{A'} \left(\frac{1}{5 G_s S_i^2} + \frac{1}{E_b} \right)$$

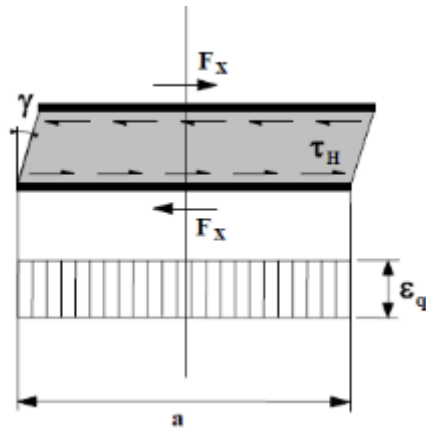
Con

$$E_b = 2000 \text{ MPa}$$

$$A' = a' \times b'$$

Deformación tangencial debido a fuerzas horizontales

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

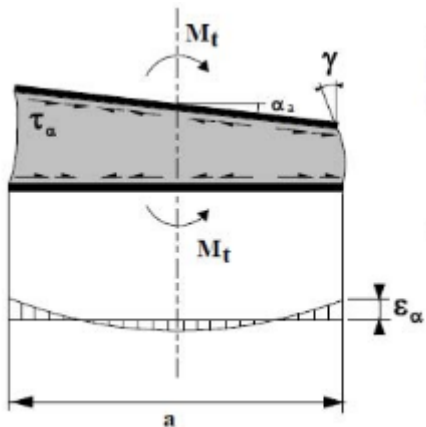


Bajo fuerzas horizontales, se produce una distribución uniforme ϵ_q asociada a las tensiones tangenciales en los elastómeros.

Bajo desplazamientos V_x o fuerzas horizontales F_x , la distorsión se determina mediante la siguiente expresión:

$$\epsilon_q = \frac{v_x}{T_q} = \frac{F_x}{G a b} \quad \text{y} \quad \epsilon_q = t g \gamma$$

Deformación tangencial ϵ_α por giros α_a y α_b



El valor de la distorsión ϵ_α bajo el efecto de las rotaciones de la perpendicular del eje en los lados a y b del aparato de apoyo viene dado por la siguiente expresión:

$$\epsilon_\alpha = \frac{(a^2 \alpha_a + b^2 \alpha_b) t_i}{2 \sum t_i^3}$$

El momento producido por la rotación se calcula mediante

$$M_t = \frac{G \alpha a^5 b'}{n t_i^3 K_S}$$

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

En dicha ecuación α es el eje de rotación paralelo al lado b del aparato de apoyo y n representa el número de laminaciones internas.

K_0 se obtiene de la siguiente tabla:

b/a	0.5	0.75	1	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.5	10	∞
K_0	137	100.0	86.2	80.4	79.3	78.4	76.7	75.3	74.1	73.1	72.2	71.5	70.8	68.3	61.9	60

Tracción en láminas metálicas

El espesor mínimo de las placas es de 2 mm. La norma, además obliga a verificar el espesor mínimo frente a estado límite último. Para neoprenos no perforados, con espesor constante t_i , como es el caso, el espesor t_s mínimo de las placas se define en la siguiente expresión:

$$t_s = \gamma_m \frac{2,6 F_z t_i}{A_t f_y}$$

Donde

F_z es la máxima fuerza vertical aplicada

F_y es el límite elástico del acero (235 MPa)

γ_m es 1 en este caso

Límite de rotación

La estabilidad a la rotación del aparato de apoyo se verifica en ELU. Se debe verificar la siguiente expresión:

$$\sum v_z \geq \frac{(a' \alpha_a + b' \alpha_b)}{K_r}$$

Donde

α_a y α_b son las rotaciones perpendiculares a los ejes en los lados a y b del aparato de apoyo

K_r es un coeficiente igual a 3

$\sum v_z$ es la suma de las deformaciones verticales calculadas

Control de pandeo por torsión

Se debe verificar que

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

$$\frac{F_z}{A_T} < \frac{2G_a'S_1}{3T_e}$$

Control de deslizamiento

La verificación de deslizamiento se lleva a cabo, en ausencia de sistema antideslizamiento si:

$$F_{xy} \leq \mu_e F_z \quad \text{y} \quad \frac{F_{z, \text{Gmin}}}{A_T} \geq 3 \text{ MPa}$$

Con

$F_{z, \text{Gmin}}$ es el menor valor de la carga vertical correspondiente a las cargas permanentes

F_z and F_{xy} son los valores concomitantes más desfavorables bajo fuerzas verticales y horizontales

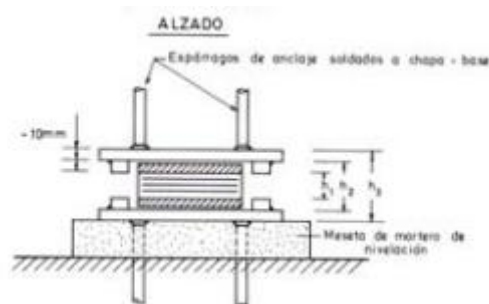
μ_e es el coeficiente de fricción del aparato con la estructura

Donde muchas veces se calcula

$$\mu_e = 0,1 + \frac{1,5 K_f}{\sigma_m} \quad \text{avec} \quad \sigma_m = \frac{F_z}{A_T} \quad (\text{en MPa})$$

Y un valor de Kf de 0,6 para el hormigón

Solución para unión de elementos:



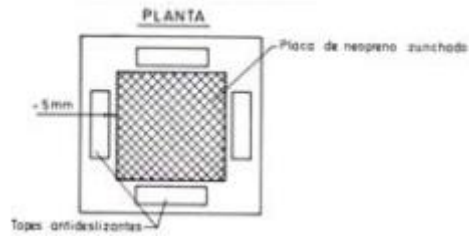
Donde

H1 es la altura total deformable del apoyo

H2 es la altura de la placa de apoyo

H3 es la altura total del bloque de apoyo

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



COEFICIENTES DE MAYORACIÓN EN ELS:

$\gamma_{G,desf}$	1,00
$\gamma_{G,fav}$	1,00
$\gamma_{P,desf}$	1,05
$\gamma_{P,fav}$	0,95
$\gamma_{Q,desf}$	1,00
$\gamma_{Q,fav}$	0,00

COEFICIENTES DE MAYORACIÓN SITUACIONES ACCIDENTALES:

$\gamma_{G,desf}$	1,00
$\gamma_{G,fav}$	1,00
$\gamma_{P,desf}$	1,00
$\gamma_{P,fav}$	1,00
$\gamma_{Q,desf}$	1,00
$\gamma_{Q,fav}$	0,00

COEFICIENTES DE COMBINACIÓN:

ψ_0	ψ_1	ψ_2
0,60	0,50	0,20

VERIFICACIONES

1- PRESIÓN VERTICAL MÁXIMA ELS

N_{max} (kN)= 3528

$\sigma_{m,max} = N_{max}/A$ (MPa)=

$N_{max,adm}$

2- ESTABILIDAD

s/ NTAPEPC-

$a/10 \leq T \leq a/5$

DISPUES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

97:

s/ algunos
fabricantes:

$$T \leq a/4$$

T=

45,0

3- DISTORSIÓN BAJO ACCIONES LENTAS

g lentas=

4a- DISTORSIÓN BAJO ACCIONES TOTALES ELS

con $T \leq a/5$:

$$g_{total} \leq 0.70$$

con $a/5 > T \geq a/4$:

$$g_{total} \leq 0.90 - T/a$$

4b- DISTORSIÓN BAJO ACCIONES TOTALES SISMO

usituac sísmica

(mm)=

6,8

¿Incremento 1.5-usituac sísmica s/ NCSP-07?

SI

DISPUESTO

g
total,sismo=

0,228

5a- NO DESLIZAMIENTO ELS:

Nmin (kN)=

1468

Contacto apoyo
estruc/subestruc:

Acero

coef rozam. f=

0,154

DISPUESTO

$\sigma_{m,min}$ =

N_{min}/A

(MPa)=

5,9

Hconc (kN)=

84

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Tipo de Apoyo:	A	(s/ EN1337)
Forma del apoyo:	rectangular	
a (según eje de tablero)=	500	Mm
b (según eje de apoyo)=	500	Mm
D (para neop. circulares)=		Mm
t' (recub sup e inf)=	2,5	Mm
t (capas neopreno internas)=	8,0	Mm
e (espesor chapas acero)=	3	Mm
n (capas neopreno internas)=	5	
ne (chapas interiores)=	6	
t,ext (espesor chapas acero exteriores)=	0	(sólo tipo C)

G cargas lentas=	0,90	MPa
G cargas rápidas=	2,00	x G c.lentas=
G sismo=	2,00	x G c.lentas=

pl=	2000	mm
A=	250000	mm ²
T=	45	mm
H total apoyo=	63	mm
S=	15,6	Factor de forma

500x500x63(45)	
Tipo	A

Tipo de Apoyo:	A	(s/ EN1337)
Forma del apoyo:	rectangular	
a (según eje de tablero)=	500	Mm
b (según eje de apoyo)=	500	Mm
D (para neop. circulares)=		Mm
t' (recub sup e inf)=	2,5	Mm
t (capas neopreno internas)=	8,0	Mm
e (espesor chapas acero)=	3	Mm
n (capas neopreno internas)=	5	
ne (chapas interiores)=	6	
t,ext (espesor chapas acero)	0	(sólo tipo C)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

exteriores)=

G cargas lentas= 0,90 MPa
 G cargas rápidas= 2,00 x G c.lentas=
 G sismo= 2,00 x G c.lentas=

pl= 2000 mm
 A= 250000 mm²
 T= 45 mm
 H total
 apoyo= 63 mm
 S= 15,6 *Factor de forma*

500x500x63(45)	
Tipo	A

Cargas Lentas en ELS:

Comb.		ux [mm]	uy [mm]	utot [mm]	Htot [kN]
Retrac.+ Fluenc.+γP,desf·Pret.+ Temp:	1	14,0	0,0	14,0	70,0
Retrac.+ Fluenc.+γP,fav·Pret.+ Temp:	2	14,0	0,0	14,0	70,0
				max=	14,0
					70,0

Cargas Rápidas en ELS (Comb. Característica):

Comb.		ux [mm]	uy [mm]	utot [mm]	Htot [kN]
Frenado+ψ0·Viento Long con SC:	1	2,7	1,3	3,0	30,0

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

ψ_0 ·Frenado+Viento Long con SC:	2	1,6	0,8	1,8	18,0
Frenado+ ψ_0 ·Viento Transv con SC:	3	2,7	2,7	3,8	38,2
ψ_0 ·Frenado+Viento Transv con SC:	4	1,6	3,5	3,8	38,1
Viento Transversal sin SC:	5	0,0	1,4	1,4	14,0
			max=	3,8	38,2

Cargas Lentas en Situación Sísmica:

Comb.		ux [mm]	uy [mm]	utot [mm]	Htot [kN]
Retrac.+ Fluenc.+Pret.:	1	5,0	0,0	5,0	25,0

Cargas Rápidas en Situación Sísmica:

Comb.		ux [mm]	uy [mm]	utot [mm]	Htot [kN]
Sismo Long.+ ψ_2 ·frenado:	1	1,7	0,6	1,8	18,3
Sismo Transv.+ ψ_2 ·frenado:	2	0,8	1,5	1,7	16,8
			max=	1,8	18,3

DIMENSIONAMIENTO

CÁLCULO DE PRELOSA CON CELOSÍA COLABORANTE
PRELOSA TRAMO BIAPOYADO

DATOS DE LA PRELOSA

Longitud de cálculo (entre apoyos)	L	3,570	m
Ancho de la prelosa	B	1,000	m
Espesor de la placa	e_p	0,060	m
Recubrimiento inferior	r_{inf}	30	mm

Hormigón fresco

Altura de hormigón fresco	$e_{hormigón}$	0,190	m
Peso específico del hormigón fresco	γ_c	25,0	kN/m ³

Celosía

Canto de la celosía (a ejes de barras)	H	0,170	m
Paso de la celosía	P	0,200	m
Distancia entre barras inferiores	B	0,125	m
Diámetro de las barras superiores	ϕ_{sup}	25,00	mm
Diámetro de las diagonales	ϕ_{diag}	10,00	mm
Diámetro de las barras inferiores	ϕ_{inf}	16,00	mm
Nº de celosías en una prelosa		4	uds
Ángulo	B	20,2	°

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

Ángulo	A	30,5	°
Datos de los materiales			
Hormigón de la placa		HA-25	
Acero de la celosía		B500S	
Módulo de deformación del hormigón	Ec	27264	MPa
Módulo de deformación del acero	Es	200000	MPa
Coefficiente de seguridad del hormigón	Γ_c	1,50	
Coefficiente de seguridad del acero	Γ_s	1,15	
Acciones			
Peso propio de la prelosa	PP _{prelosa}	1,50	kN/m
Peso propio del hormigón fresco	PP _{hormigón}	4,75	kN/m
Carga puntual operario en CDV	Q _{operario}	1,00	kN/m
Carga uniforme construcción	q _{construcción}	1,50	kN/m ²
Carga uniforme construcción (ancho real)		1,50	kN/m
Coefficiente mayoración de acciones permanentes	$\gamma_{G, ELU}$	1,25	
Coefficiente mayoración de acciones variables	$\gamma_{Q, ELU}$	1,75	

Nota: Q_{op} y q_{const} no se consideran concomitantes

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA PRELOSA

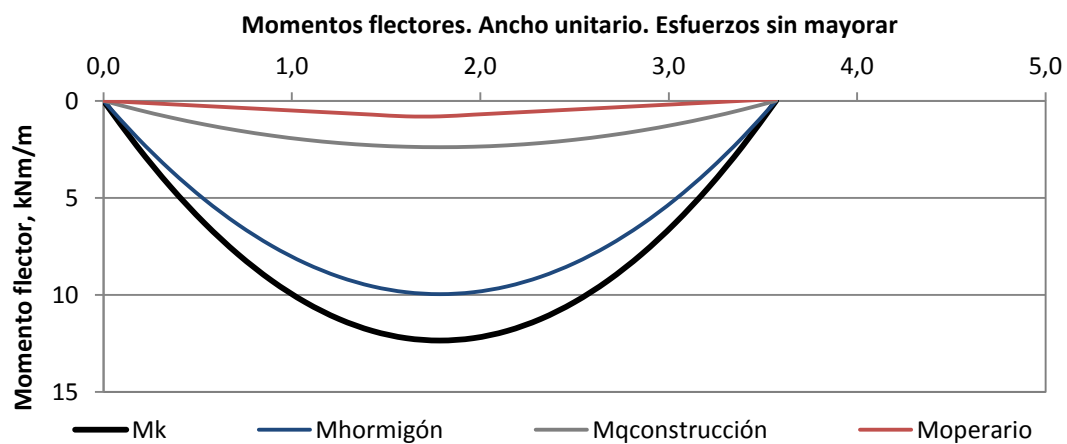
Coefficiente de homogenización	M	7,34	
Área de hormigón de la placa	A _c	60000	mm ²
Posición fibra media de la placa	x _c	30	mm
Área de la armadura inferior	A _{s,inf}	1608	mm ²
Posición eje de la armadura inferior	x _{s,inf}	38	mm
Área de la armadura superior	A _{s,sup}	1963	mm ²
Posición eje de la armadura superior	x _{s,sup}	208	mm
Área homogeneizada de la armadura inferior	A' _{s,inf}	11799	mm ²
Posición eje de la armadura inferior	x _{s,inf}	38	mm
Área homogeneizada de la armadura superior	A' _{s,sup}	14404	mm ²
Posición eje de la armadura superior	x _{s,sup}	208	mm
Área total homogeneizada	A _{TOTAL}	86203	mm ²
Posición del CDG	x _{TOTAL}	61	mm
Inercia de la placa respecto a su eje	I _c	18000000	mm ⁴
Inercia de la placa respecto al CDG	I' _c	7,51E+07	mm ⁴
Inercia homogeneizada de armadura inferior respecto CDG	I' _{s,inf}	6153641	mm ⁴
Inercia homogeneizada de armadura superior respecto CDG	I' _{s,sup}	3,12E+08	mm ⁴
Inercia total homogeneizada	I _{TOTAL}	3,93E+08	mm ⁴

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

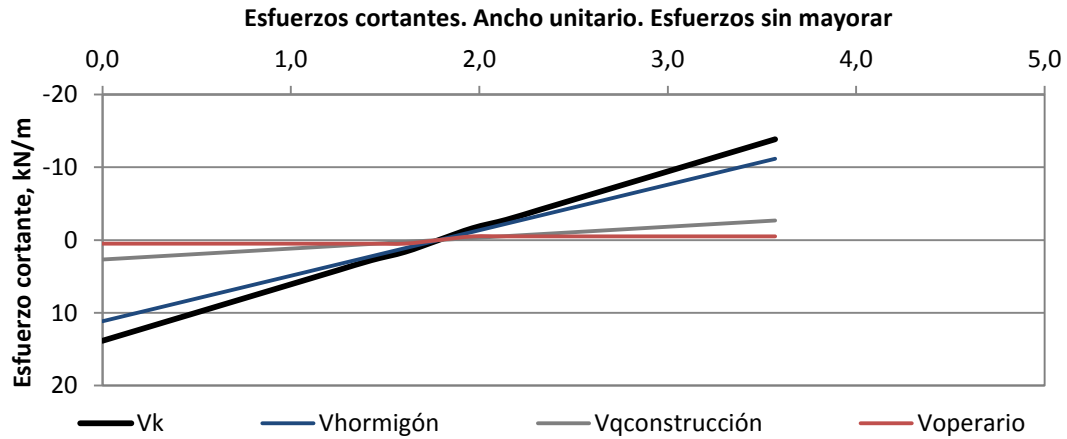
ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS TOTALES

(Se considera Q operario o q construcción)

x m	M _{hormigón} kNm/m	M _{operario} kNm/m	M _{qconstrucción} kNm/m	M _k kNm/m	V _{hormigón} kN/m	V _{1, operario} kN/m	V _{2, operario} kN/m	V _{qconstrucción} kN/m	V _k kN/m
0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	11,16	0,50	1,00	2,68	13,83
0,179	1,89	0,09	0,45	2,35	10,04	0,50	0,00	2,41	12,45
0,357	3,58	0,18	0,86	4,44	8,93	0,50	0,00	2,14	11,07
0,536	5,08	0,27	1,22	6,30	7,81	0,50	0,00	1,87	9,68
0,714	6,37	0,36	1,53	7,90	6,69	0,50	0,00	1,61	8,30
0,893	7,47	0,45	1,79	9,26	5,58	0,50	0,00	1,34	6,92
1,071	8,36	0,54	2,01	10,37	4,46	0,50	0,00	1,07	5,53
1,250	9,06	0,62	2,17	11,24	3,35	0,50	0,00	0,80	4,15
1,428	9,56	0,71	2,29	11,85	2,23	0,50	0,00	0,54	2,77
1,607	9,86	0,80	2,37	12,22	1,12	0,50	0,00	0,27	1,62
1,785	9,96	0,80	2,39	12,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,964	9,86	0,71	2,37	12,22	-1,12	-0,50	0,00	-0,27	-1,62
2,142	9,56	0,62	2,29	11,85	-2,23	-0,50	0,00	-0,54	-2,77
2,321	9,06	0,54	2,17	11,24	-3,35	-0,50	0,00	-0,80	-4,15
2,499	8,36	0,45	2,01	10,37	-4,46	-0,50	0,00	-1,07	-5,53
2,678	7,47	0,36	1,79	9,26	-5,58	-0,50	0,00	-1,34	-6,92
2,856	6,37	0,27	1,53	7,90	-6,69	-0,50	0,00	-1,61	-8,30
3,035	5,08	0,18	1,22	6,30	-7,81	-0,50	0,00	-1,87	-9,68
3,213	3,58	0,09	0,86	4,44	-8,93	-0,50	0,00	-2,14	-11,07
3,392	1,89	0,00	0,45	2,35	-10,04	-0,50	0,00	-2,41	-12,45
3,570	0,00	-0,09	0,00	0,00	-11,16	-0,50	0,00	-2,68	-13,83



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



DEFORMACIÓN MÁXIMA CENTRO LUZ DEBIDA A ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS

Flechas en centro de vano considerando sólo la celosía

Flecha debida al peso del hormigón fresco	$f_{\text{hormigón}}$	1,5
Flecha debida al operario	f_{operario}	0,1
Flecha debida a la carga uniforme de construcción	$f_{\text{construcción}}$	0,3
Flecha total	f_{TOTAL}	1,8

Flechas en centro de vano considerando la sección bruta

Flecha debida al peso del hormigón fresco	$f_{\text{hormigón}}$	1,2
Flecha debida al operario	f_{operario}	0,1
Flecha debida a la carga uniforme de construcción	$f_{\text{construcción}}$	0,3
Flecha total	f_{TOTAL}	1,5

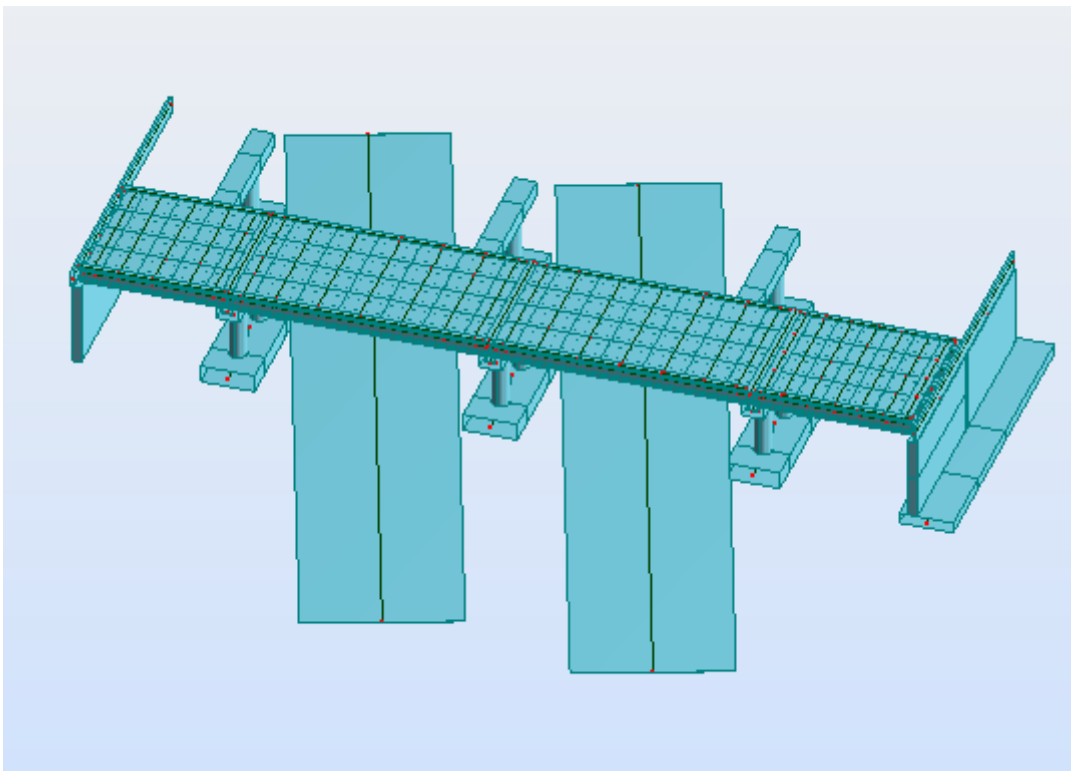
Casos de carga	Movimientos	
	dx [mm]	dy [mm]
Retracción y fluencia	5,0	0,0
Pretensado	0,0	0,0
Temperatura	9,0	0,0
Frenado/centrifuga	7,0	3,5
V. longitudinal con sc	0,0	0,0
V. transversal	0,0	4,0
V. transversal con sc	0,0	7,5
Sismo longitudinal	0,0	0,0
Sismo transversal	0,0	0,0

coeficiente K_e	
e (mm)	k_e
100	1,00
200	0,85
300	0,75

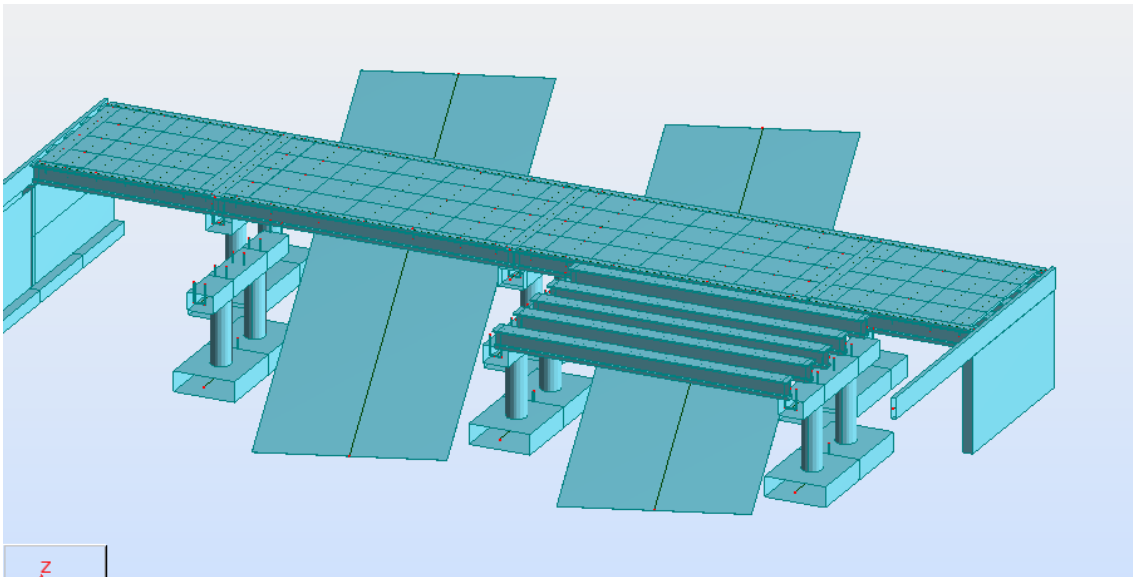
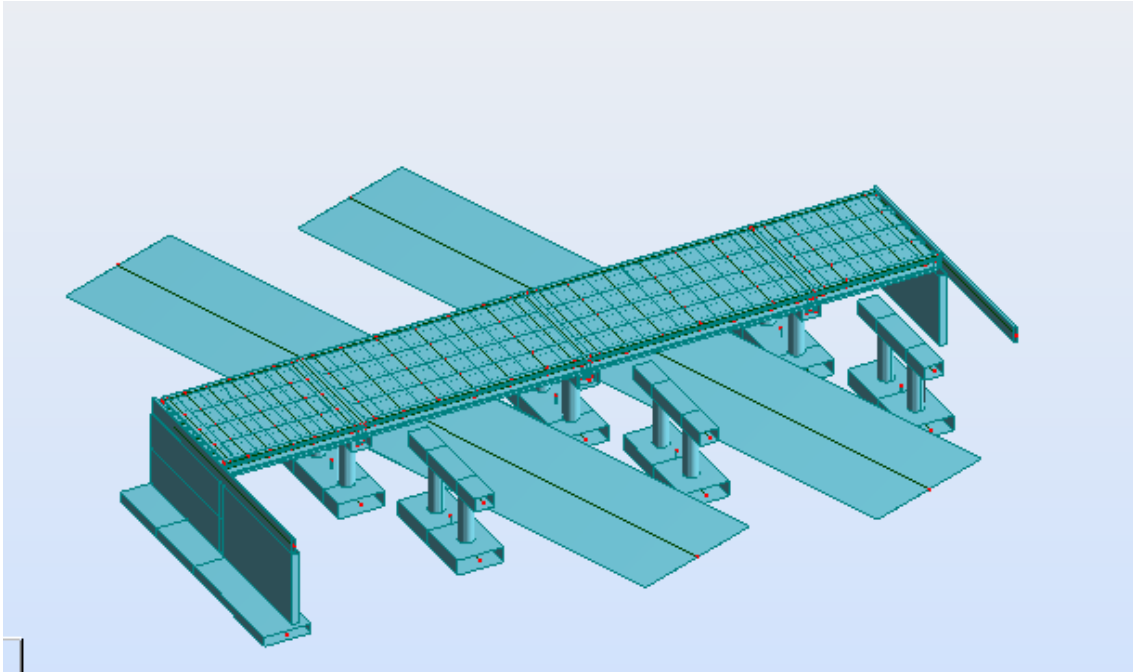
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “

≥ 500	0,70
------------	------

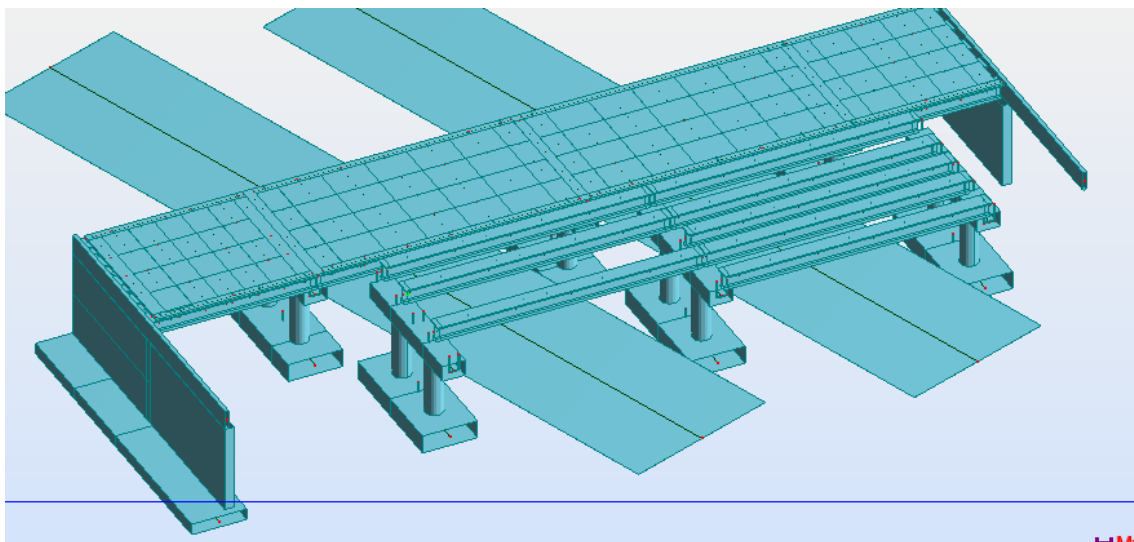
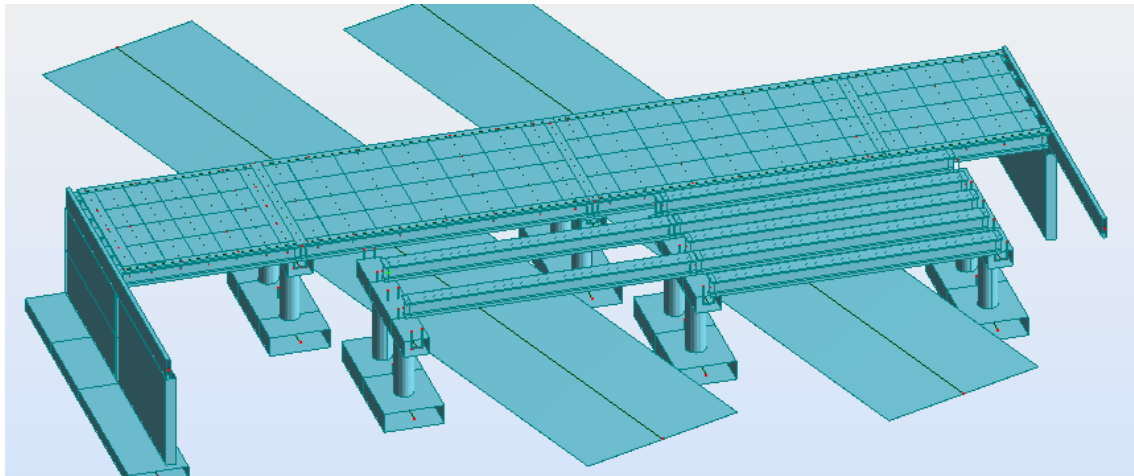
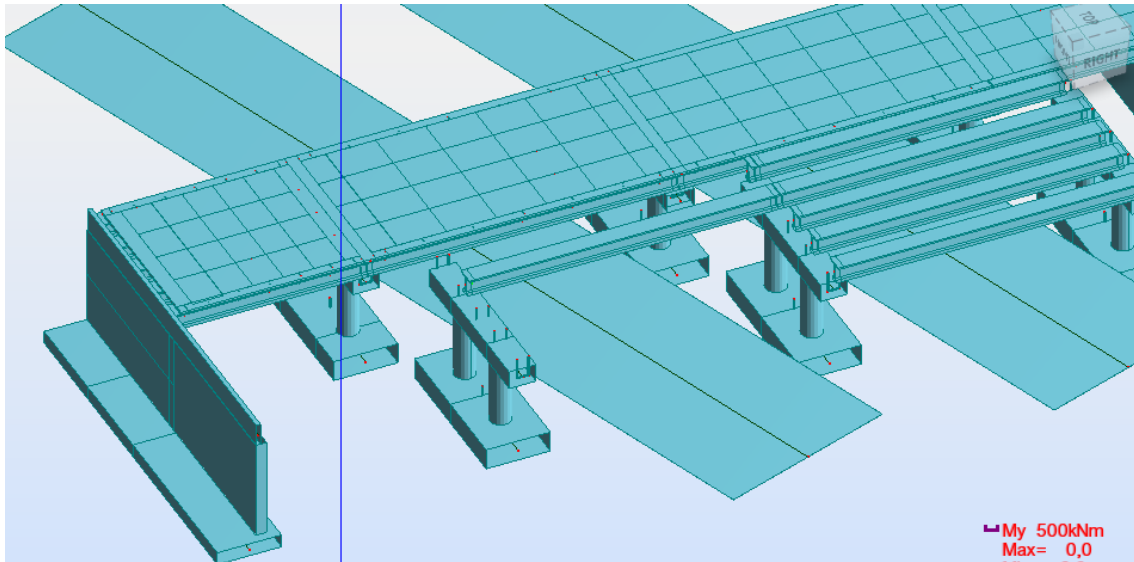
Endurecimiento	Coeficientes α_{ds1} y α_{ds2}		
	Lento	Normal	Rápido
α_{ds1}	3	4	6
α_{ds2}	0,13	0,12	0,11



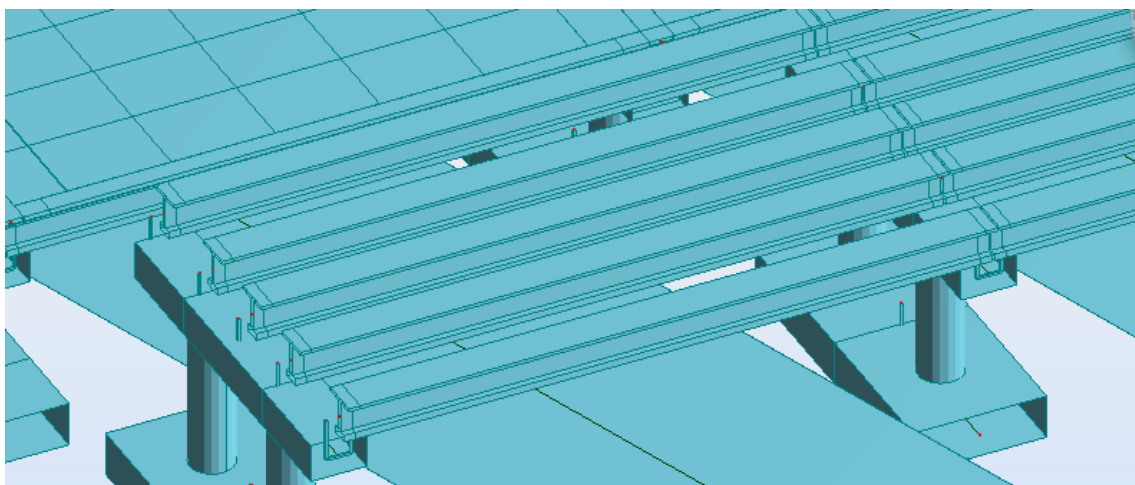
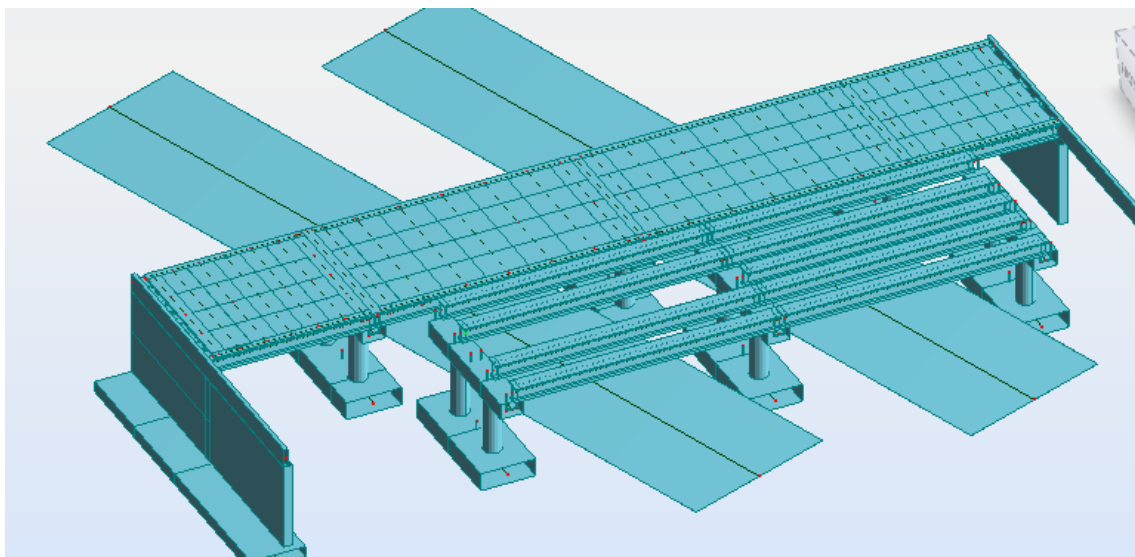
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



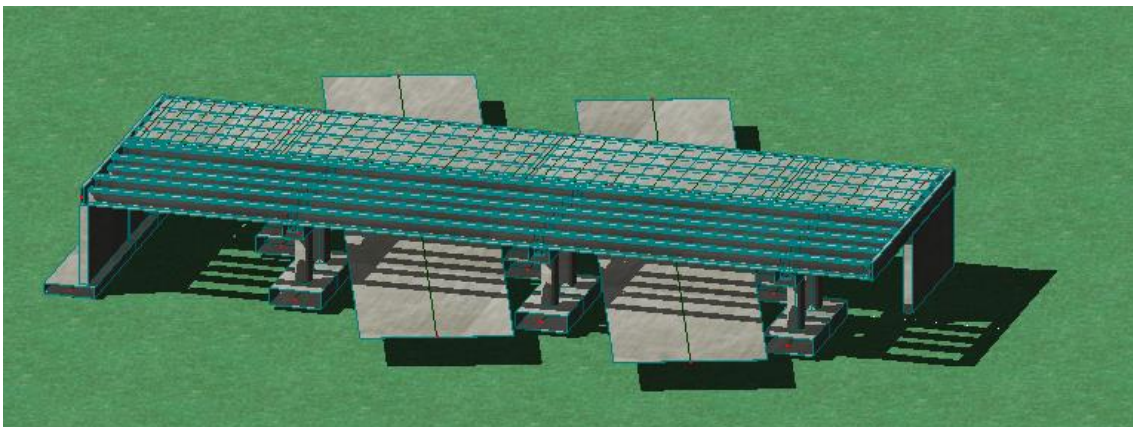
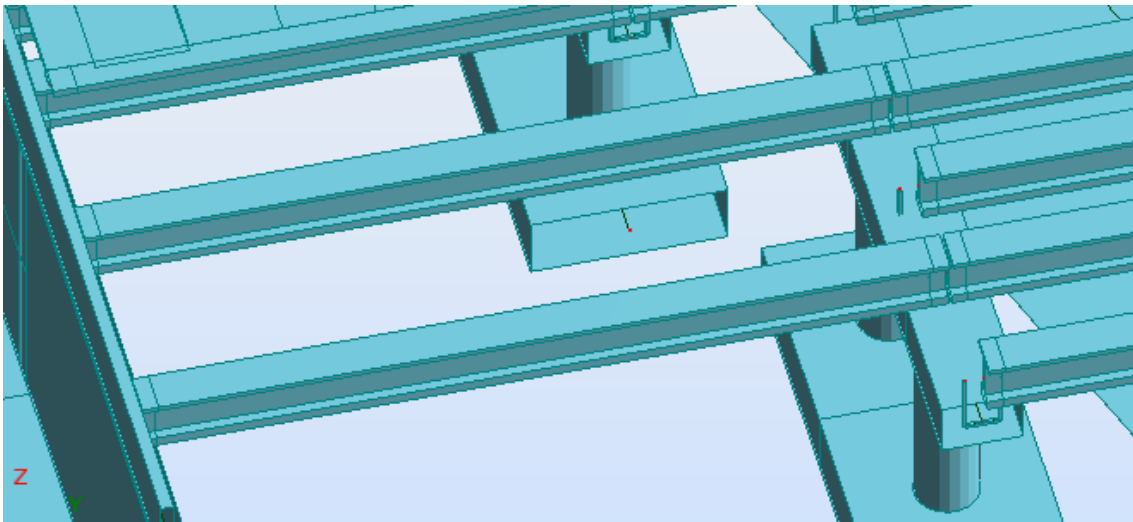
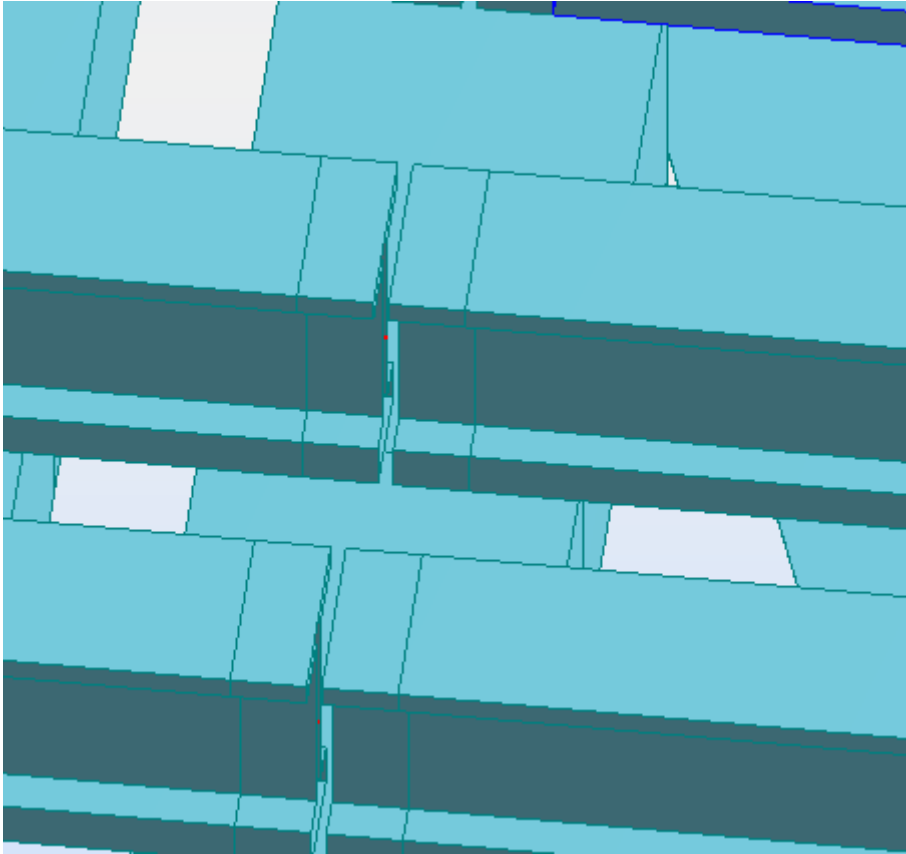
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



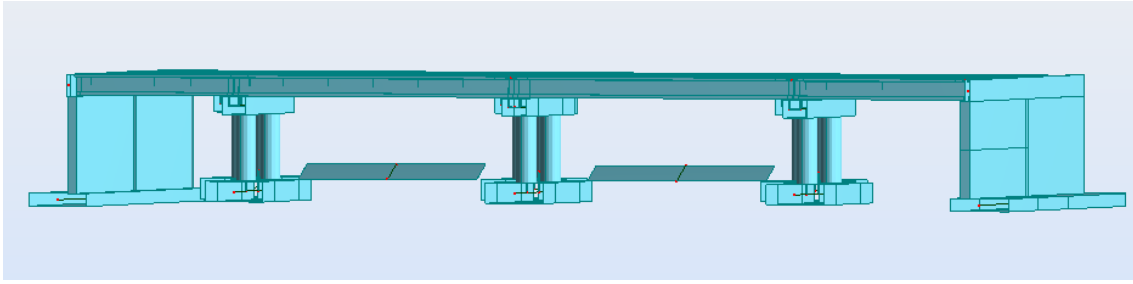
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação “



Anejo 11

Pavimentos

Índice

1. Objeto.....	3
2. Categoría de Tráfico Pesado.....	3
3. Terraplenes.....	5
4. Explanadas.....	6
5. Suelo esabilizado con cemento.....	10
6. Secciones de firme.....	16
7. Arcenes.....	20
8. Aspectos constructivos.....	21
9. Pavimentación del tablero.....	23

1. OBJETO

El objeto de este anejo es la definición de la pavimentación del acondicionamiento de la carretera N14, una vez se ha hecho el correspondiente estudio de tráfico y el estudio geotécnico. Para ello se usa la metodología de proyecto según la instrucción 6.1 la cual viene acompañada de un catálogo de secciones de firme contrastadas por la experiencia y comprobadas mediante métodos analíticos aplicados de acuerdo con la práctica actual.

Entre las secciones estructurales especificadas se ha seleccionado la más adecuada, dependiendo de las técnicas constructivas y de los materiales disponibles, así como de los aspectos funcionales y de seguridad de la circulación vial. Además se incorpora un estudio de los costes de construcción y de conservación, junto a la consideración de aspectos relacionados con la protección ambiental, el control de la calidad y la seguridad y salud, de manera que la solución elegida ha quedado plenamente justificada.

Para garantizar la capacidad estructural y la uniformidad a lo largo de toda la traza se ha hecho uso del cuadro de soluciones para la formación de la explanada. Se ha considerado inexcusable estudiar en la fase de proyecto la forma de aprovechar al máximo los materiales disponibles en la traza, con la finalidad de optimizar técnica, económica y ambientalmente la solución proyectada.

La normativa empleada para el diseño del pavimento “IC 6.1” es de aplicación a los proyectos de firmes de carreteras y de acondicionamiento de las existentes. Cabe destacar que la normativa dice expresamente que no es de aplicación en puentes ni túneles. En este caso, en el que se pretende dimensionar un pavimento para la carretera N14 y donde se encuentra la obra de paso abordada en este proyecto se procederá del siguiente modo: se dimensionará el pavimento de la carretera N14 en el tramo más solicitado por el tráfico pesado, según el anejo de tráfico. Una vez se obtengan las características del pavimento a emplear, se adaptará para el tramo de la obra de paso, teniendo en cuenta las especificaciones de la normativa empleada y garantizando continuidad en el firme, lo que se traduce en un mayor confort para el usuario de la vía.

Junto a las especificaciones que se recogen en este anejo y en el pliego, se establecen las medidas necesarias para el cumplimiento de la legislación que en materia ambiental y de seguridad y salud está vigente en este momento.

2. CATEGORIA DE TRÁFICO PESADO

La estructura del firme se ha de adecuar, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme depende de la intensidad media diaria de vehículos pesados (IMDp) previsto-según el anejo de tráfico- en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio (2015). Dicha intensidad se utiliza para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se parte de los aforos adjuntos en el correspondiente anejo de tráfico, de la proporción de vehículos pesados y de los otros datos disponibles. Se tiene en cuenta

especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que se puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

Para estimar la evolución del tráfico pesado, necesaria para la determinación de la intensidad en el año de puesta en servicio, se ha adoptado como tasa de crecimiento el valor medio de las obtenidas en los cinco últimos años en la estación de aforo permanente o de control (primaria o secundaria) en el mismo itinerario y más próxima al tramo en estudio.

En calzadas de tres o más carriles por sentido de circulación, como es el caso, se considera que actúa sobre el exterior el 85% de los vehículos pesados que circulan en ese sentido.

En la normativa se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. La tabla 1A presenta las categorías T00 a T2, mientras que las categorías T3 y T4, que se dividen en dos cada una de ellas, aparecen recogidas en la tabla 1B.

TABLA 1A CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (Vehículos pesados/día)	3 4000	3999-2000	1999-800	799-200

TABLA 1B CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (Vehículos pesados/día)	199-100	99-50	49-25	< 25

En las vías de carreteras de calzadas separadas se pueden considerar secciones estructurales especificadas para dos categorías de tráfico pesado menos que la que corresponda a la calzada principal.

Como se justifica en las bases de licitación del proyecto, los ejes de los vehículos pesados pueden estar especialmente sobrecargados, esto hace que debe considerarse la posibilidad de adoptar una categoría de tráfico pesado inmediatamente superior, sobre todo en los valores próximos al límite superior de la categoría correspondiente, como es el caso. Cuando en las categorías de tráfico pesado T00 y T0 estén previstos dos o más carriles para cada sentido de circulación se pueden considerar dimensionamientos distintos entre diferentes carriles de una misma calzada, teniendo siempre en cuenta los criterios especificados en la norma, aunque en este caso esto no ha sido considerado ya que en las zonas anterior y posterior a la obra de paso los carriles interiores ya están pavimentado. Será el carril exterior el que se habrá de pavimentar y por el cual pasaran el 85% de los vehículos pesados estimados.

En este caso, la categoría de tráfico se considera T0, tal y como se justifica en el anejo de tráfico.

3. TERRAPLENES

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el apartado 330.3 del PG3, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de la carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

ZONA DE LOS RELLENOS TIPO TERRAPLEN

En los rellenos tipo terraplén se distinguen las cuatro zonas siguientes, cuya geometría se definirá en el Proyecto:

- Coronación: Es la parte superior del relleno tipo terraplén, sobre la que se apoya el firme, con un espesor mínimo de dos tongadas y siempre mayor de cincuenta centímetros (50 cm).
- Núcleo: Es la parte del relleno tipo terraplén comprendida entre el cimientado y la coronación.
- Espaldón: Es la parte exterior del relleno tipo terraplén que, ocasionalmente, constituirá o formará parte de los taludes del mismo.
- Cimientado: Es la parte inferior del terraplén en contacto con la superficie de apoyo. Su espesor será como mínimo de un metro.

MATERIALES

Los materiales a emplear en rellenos tipo terraplén serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en obra, de los préstamos que se definen en el Proyecto.

Los criterios para conseguir un relleno tipo terraplén que tenga las debidas condiciones irán encaminados a emplear los distintos materiales, según sus características, en las zonas más apropiadas de la obra, según las normas habituales de buena práctica en las técnicas de puesta en obra.

En todo caso se utilizarán materiales que permiten cumplir las condiciones básicas siguientes:

- Puesta en obra en condiciones aceptables.
- Estabilidad satisfactoria de la obra.
- Deformaciones tolerables a corto y largo plazo, para las condiciones de servicio que se definen en este Proyecto.

Se especifica el tipo de material a emplear y las condiciones de puesta en obra, de acuerdo con la clasificación que en los apartados siguientes se define, así como las divisiones adicionales que en el mismo se establezcan, según los materiales locales disponibles.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

En este proyecto, los rellenos tipo terraplén están constituidos por materiales que cumplen alguna de las dos condiciones granulométricas siguientes:

- Cernido, o material que pasa, por el tamiz 20 UNE mayor del 70 por 100 por ciento (# 20 > 70 %), según UNE 103101.
- Cernido o material que pasa, por el tamiz 0,080 UNE mayor o igual del treinta y cinco por ciento (# 0,080 > 35 %), según UNE 103101.

Además de los suelos naturales, se podrían utilizar en los terraplenes los productos procedentes de procesos industriales o de manipulación humana, siempre que cumplan las especificaciones de este artículo y que sus características físico-químicas garanticen la estabilidad presente y futura del conjunto. En todo caso se estará a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

El Director de las Obras tendrá facultad para rechazar como material para terraplenes, cualquiera que así lo aconseje la experiencia local. Dicho rechazo habrá de ser justificado expresamente en el Libro de órdenes.

4. EXPLANADAS

FORMACIÓN DE LAS EXPLANADAS

A los efectos de definir la estructura del firme, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 "Ensayo de carga con placa ", cuyos valores se recogen en la tabla 2.

TABLA 2 MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	< 60	< 120	< 300

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura , dependiendo del tipo de suelo de la explanación, y de las características y espesores de los materiales disponibles.

Para la correcta aplicación de la figura se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- a) Todos los espesores que se indican son los mínimos especificados para cualquier punto de la sección transversal de la explanada.
- b) Los materiales empleados han de cumplir las prescripciones contenidas en los correspondientes artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3), además de las complementarias recogidas en la tabla 4 de este anejo.
- c) La figura 1 se estructura según el tipo de suelo de la explanación en el caso de los desmontes, o de la obra de tierra subyacente en el caso de los rellenos (terraplenes, pedraplenes o rellenos todo-uno). Se consideran los siguientes tipos:
 - inadecuados y marginales (IN),
 - tolerables (0),
 - adecuados (1),
 - seleccionados (2),
 - seleccionados con CBR >20 en las condiciones de puesta en obra (3)
 - y roca (R).
- d) Para poder asignar a los suelos de la explanación o de la obra de tierra subyacente una determinada clasificación deben tener un espesor mínimo de un metro (1 m) del material indicado en la figura 1.
- e) Los espesores prescritos en la figura 1 no podrán ser reducidos aunque se recurra al empleo de materiales de calidad superior a la especificada en cada una de las secciones.

TABLA 4 MATERIALES PARA LA FORMACION DE LAS EXPLANADAS

SIMBOLO	DEFINICION DEL MATERIAL	ARTICULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o marginal	330	- Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2
0	Suelo tolerable		- CBR <3 (*) - Contenido en materia orgánica < 1% - Contenido en sulfatos solubles (SO ₃) < 1% - Hinchamiento libre < 1%
1	Suelo adecuado		- CBR ³ 5 (*) (**)
2	Suelo seleccionado		- CBR >10 (*) (**)
3	Suelo seleccionado		- CBR ³ 20 (*)

S-EST1	Suelo estabilizado in situ con cemento o con cal	512	- Espesor mínimo: 25 cm - Espesor máximo: 30 cm
S-EST2			
S-EST3			

Tal y como se obtiene de los ensayos realizados sobre el suelo y los datos obtenidos de la Cámara Municipal de Oporto, se definen los suelos donde se van a efectuar el acondicionamiento de la vía como un Suelo Seleccionado (símbolo 2) con un CBR>10.

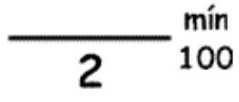
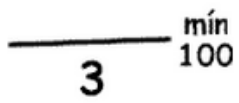

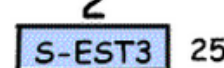

CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Desde el punto de vista de sus características intrínsecas, los materiales disponibles para la formación de las explanadas son clasificados como **suelos seleccionados** ya que cumplen con las siguientes condiciones:

- Contenido en materia orgánica inferior al cero con dos por ciento ($MO < 0,2\%$), según UNE 103204.
- Contenido en sales solubles en agua, incluido el yeso, inferior al cero con dos por ciento ($SS < 0,2\%$), según NLT 114.
- Tamaño máximo no superior a cien milímetros ($D_{max} < 100 \text{ mm}$).
- Cernido por el tamiz 0,40 UNE menor o igual que el quince por ciento ($\# 0,40 < 15\%$) o que en caso contrario cumpla todas y cada una de las condiciones siguientes:
 - Cernido por el tamiz 2 UNE, menor del ochenta por ciento ($\# 2 < 80\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,40 UNE, menor del setenta y cinco por ciento ($\# 0,40 < 75\%$).
 - Cernido por el tamiz 0,080 UNE inferior al veinticinco por ciento ($\# 0,080 < 25\%$).
 - Límite líquido menor de treinta ($LL < 30$), según UNE 103103.
 - Índice de plasticidad menor de diez ($IP < 10$), según UNE 103103 y UNE 103104.

Tal y como se ha comentado anteriormente, los suelos disponibles para los terraplenes, obtenidos de zonas próximas son considerados como **suelos seleccionados tipo 2**.

Dependiendo de la categoría de explanada que se quiera conseguir, se obtendrán varias soluciones :

SUELOS SELECCIONADOS (2) y (3)		
CATEGORIA DE LA EXPLANADA	E1 ($E_{v2} \geq 60$ MPA)	-
	E2 ($E_{v2} \geq 120$ MPA)	
	E3 ($E_{v2} \geq 300$ MPA)	   

A los efectos del control de ejecución de las explanadas y para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 (en la que se encuentra la categoría definida para este proyecto), el Proyecto debe exigir una deflexión patrón máxima, de acuerdo con lo indicado en la siguiente tabla :

TABLA 3 DEFLEXIÓN PATRÓN (*)

CATEGORIA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
DEFLEXION PATRON (10^{-2} mm)	< 250	< 200	< 125

(*) VALOR PROBABLE DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA EXPLANADA, DENTRO DEL CAMPO DE VARIACIÓN DEBIDO A LOS CAMBIOS DE HUMEDAD.

Con carácter general, para la capa superior utilizada en la formación de las explanadas, por razones de durabilidad y uniformidad de la capacidad estructural en toda la traza, la instrucción recomienda la consideración preferente de los suelos estabilizados in situ, con cal o con cemento, frente a una aportación directa de suelos sin tratar. En el caso abordado, en el que las cargas serán grandes, y de cara a minimizar los costes correspondientes al mantenimiento de la infraestructura, se ha decidido estabilizar el suelo de cara a conseguir una explanada E3 mediante la aplicación de 30 cm de suelo estabilizado in situ S-EST 3 según la normativa.

La cota de la explanada queda a más de sesenta centímetros (60 cm) por encima del nivel más alto previsible de la capa freática-tal y como exige la normativa- donde el macizo de apoyo está formado por suelos seleccionados. Esto se cumple a lo largo de toda la traza abordada en este proyecto, ya que en los sondeos efectuados en el reconocimiento del terreno, no se ha encontrado la posición del nivel freático.

A los efectos de la definición de las secciones de firme se unificarán las explanadas por su categoría, de tal manera que no hay tramos diferenciados en el proyecto de menos de quinientos metros (500 m). Es decir, en este caso, se tomará una sola sección del firme para toda la zona abordada en este proyecto suponiendo que tienen la misma categoría.

5. SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO

Se define como suelo estabilizado con cemento la mezcla íntima, convenientemente compactada, de suelo, cemento, agua y eventualmente adiciones, a la cual se le exigen unas determinadas condiciones de insusceptibilidad al agua, resistencia y durabilidad.

Se distinguen dos métodos de construcción según el lugar en que se efectúe la mezcla del suelo, cemento y agua:

- Mezcla in situ.
- Mezcla en central.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fija el método a seguir, en este caso la mezcla es in situ.

MATERIALES

-CEMENTO: Portland

-SUELO

Los materiales a estabilizar con cemento serán suelos y materiales locales: se comprobará que son exentos de cantidades tales de materia vegetal, u orgánica, o cualquier otra sustancia que perjudique el fraguado del cemento.

Los materiales a estabilizar con cemento tienen un tamaño máximo inferior a la mitad (1/2) del espesor de la tongada compactada, sin exceder de ochenta milímetros (80 mm); no contienen más de un ochenta por ciento (80 %), en peso de elementos retenidos en el tamiz 2 UNE ni más de un cincuenta por ciento (50 %), en peso, de elementos que pasen por el tamiz 0,080 UNE.

Salvo que el contratista demuestre que el equipo de que dispone tiene una capacidad de disgregación suficiente para conseguir una mezcla íntima y homogénea del suelo con el cemento, la fracción cernida por el tamiz 0,40 UNE cumplirá las condiciones siguientes: límite líquido inferior a treinta y cinco (LL < 35) e Índice de plasticidad inferior a quince (IP < 15).

Las anteriores determinaciones se harán de acuerdo con las Normas NLT-105/72 y NLT-1 06/72.

La proporción de sulfatos, expresada en SO_3 , y determinada de acuerdo con la Norma NLT-120/72, no es superior al medio por ciento (0,5 %), en peso. De lo contrario, se debería emplear para la estabilización cemento portland resistente al yeso. En ningún caso podrá exceder dicha proporción de sulfatos del uno por ciento (1 %), en peso.

El empleo de adiciones estará condicionado a la aprobación del Director de las obras.

COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La dosificación de cemento es capaz de conferir al suelo estabilizado compactado la resistencia a compresión simple a los siete días (7 d) que se especifica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

EJECUCIÓN DE LA MEZCLA

La ejecución de la mezcla no debe iniciarse hasta que no se haya estudiado y aprobado su correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señala:

- El contenido de cemento.
- El contenido de agua del suelo en el momento del mezclado y el de la mezcla en el de la compactación.
- El valor mínimo de la densidad a obtener.

Se admite una tolerancia en la dosificación de cemento, respecto a la fijada en la fórmula de trabajo, de un tres por mil ($\pm 0,3$ %) del peso seco del suelo, siempre que la dosificación de cemento sea igual o superior al tres por ciento (3 %) del peso seco del suelo, y del diez por ciento (10 %) del peso del cemento cuando la dosificación de cemento sea menor.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad de la estabilización; justificándolo debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Como se emplea el procedimiento de mezcla in situ, utilizando el propio suelo de la explanada, deberá escarificarse dicho suelo en toda la anchura de la capa que se va mezclar, y hasta una profundidad suficiente para producir, una vez compactada, una capa de suelo estabilizado del espesor señalado en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Si se añade suelo de aportación para corregir el existente, se mezclarán uniformemente ambos suelos en todo el espesor de la capa a estabilizar, antes de iniciar la distribución del cemento.

Si en dicha superficie existen irregularidades que excedan de las mencionadas tolerancias, se corregirán, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente del Pliego.

DISGREGACIÓN DEL SUELO

El suelo que vaya a ser estabilizado se disgregará previamente, hasta conseguir una eficacia mínima del cien por ciento (100 %), referida al cedazo 25 UNE, y del ochenta por ciento (80 %) referida al tamiz 5 UNE. Por eficacia de disgregación se entiende la relación entre el cernido en seco en obra y el cernido en húmedo en laboratorio, por el tamiz a que se refiere.

HUMEDAD DEL SUELO

La humedad del suelo disgregado, inmediatamente antes de su mezcla con el cemento, deberá ser tal, que permita una subsiguiente mezcla uniforme e íntima de ambos, con el equipo que se utilice, y no debe rebasar la fijada en la fórmula de trabajo. En caso necesario se podrá humedecer previamente el suelo para facilitar dicha mezcla; pero no podrá distribuirse el cemento mientras queden concentraciones superficiales de humedad.

Las zonas donde haya suelos cohesivos secos se humedecerán el día anterior al de la ejecución de la mezcla, para que todos los grumos resulten interiormente mojados.

DISTRIBUCIÓN DEL CEMENTO

El cemento se distribuirá uniformemente, de acuerdo con la dosificación establecida, utilizando maquinaria adecuada, aprobada por el Director.

En zonas en que, por su reducida extensión, no se justifique, a juicio del Director, el empleo de maquinaria, el cemento podrá distribuirse a mano. Para ello los sacos se colocarán sobre el suelo, formando filas longitudinales y transversales, a una distancia adecuada unos de otros, según la dosificación que corresponda. La distancia entre las filas longitudinales será aproximadamente igual a la distancia entre las transversales.

Las operaciones de distribución se suspenderán en caso de viento fuerte.

El cemento extendido que haya sido desplazado se reemplazará antes del mezclado.

MEZCLA DEL SUELO CON EL CEMENTO

Antes de que haya transcurrido una hora (1 h) desde el vertido del cemento en un punto cualquiera, se procederá en dicho punto a mezclar el cemento con el suelo, hasta lograr que no se aprecien grumos de cemento en el amasijo.

ADICIÓN DEL AGUA

Inmediatamente después de la mezcla de cemento con el suelo, se añadirá el agua necesaria para que la humedad de la mezcla alcance el valor fijado en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta las precipitaciones y evaporaciones de agua que puedan tener lugar durante la ejecución de los trabajos.

El agua se agregará uniformemente, y deberá evitarse que escurra por las roderas dejadas por el equipo de humectación.

Por ningún concepto se permitirá que los tanques regadores se paren mientras rieguen, y formen zonas con exceso de humedad. Para evitar interrupciones, se emplearán los equipos regadores necesarios: y la adición de agua continuará hasta que la mezcla tenga en cualquier punto la humedad debida, uniformemente repartida, dentro de las dos horas (2 h) siguientes al vertido del cemento en dicho punto.

MEZCLA FINAL

La velocidad de las máquinas deberá regularse convenientemente y las operaciones de mezclado y nivelación deberán coordinarse para obtener un material homogéneo. Cuando no se disponga de un medio rápido que asegure la uniformidad de la mezcla, se continuará hasta que ésta presente un color uniforme.

La mezcla en cualquier punto no podrá permanecer más de media hora (1/2 h), sin que se proceda a su compactación y acabado, o a una nueva remoción y mezclado.

No se permitirá la colocación de la mezcla por semianchos continuos, con más de una hora (1 h) de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones; a no ser que el Director autorice la ejecución de una junta de construcción longitudinal.

Si el suelo estabilizado con cemento se extiende en una sola tongada, el equipo de compactación deberá ser capaz de alcanzar la densidad especificada, en todo su espesor, dentro del plazo señalado en el apartado 512.7. De lo contrario, deberá extenderse el suelo estabilizado en dos (2) o más tongadas, cada una de espesor lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo el espesor el grado de compactación exigido.

En este último caso, la tongada superior se extenderá inmediatamente después de compactada la inferior. En cualquier caso, la compactación total debe quedar terminada antes de transcurrir el plazo señalado en el apartado 512.7. Si no se pudiese realizar la compactación total dentro de dicho plazo, no se extenderá la capa superior hasta pasados tres días (3 d), como mínimo.

COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA

La compactación, en cualquier punto, deberá comenzar cuando se alcance en él la humedad prescrita.

Al principio de la compactación, la humedad del suelo estabilizado con cemento no debe diferir, de la fijada en la fórmula de trabajo, en más del dos por ciento (2 %) del peso de mezcla. Si, a pesar de ello, al compactar se produjeran fenómenos de inestabilidad o arrollamiento, deberá reducirse la humedad por nueva mezcla y/o aireación, hasta que dejen de producirse tales fenómenos.

En el caso de que fuera preciso añadir agua, esta operación se efectuará de forma que la humectación de los materiales sea uniforme.

En el momento de iniciar la compactación, la mezcla deberá hallarse suelta en todo su espesor.

La compactación se iniciará longitudinalmente por el borde más bajo de las distintas bandas, y se continuará hacia el borde más alto de la capa; solapándose los elementos de compactación en sus pasadas sucesivas, que deberán tener longitudes ligeramente distintas. En el caso de mezcla en central, deberá disponerse en los bordes una contención lateral adecuada, que podrá consistir en unas creces.

Durante la compactación deberá procederse a una nivelación y conformación de la superficie obtenida, para conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente anejo

Los equipos de compactación que se utilicen serán los necesarios para conseguir que la compactación termine dentro de las cuatro horas (4 h) siguientes a la incorporación del cemento al suelo; plazo que se reducirá a tres horas (3 h) si la temperatura del aire es superior a treinta grados centígrados (30º C).

En las fases finales de la compactación se evitará sobrecargar el suelo estabilizado con compactadores demasiado pesados, o con procesos de compactación demasiado largos; que en ningún punto podrán exceder de las dos horas (2 h) a partir del comienzo de la compactación en dicho punto.

La densidad a obtener se fijará en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y deberá ser, como mínimo, igual a la que corresponda al porcentaje de la máxima obtenida en el ensayo Proctor normal, según la Norma NLT-107/72, que se señala a continuación:

- Capas de explanada: Noventa y siete por ciento (97 %).

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de fábrica no permitan el empleo del equipo que normalmente se estuviera utilizando para la compactación de la capa, se compactarán con los medios adecuados para el caso; de forma que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

ACABADO DE LA SUPERFICIE

Una vez terminada la compactación de la tongada no se permitirá su recrecido. Sin embargo, y siempre dentro del plazo máximo de ejecución establecido, se podrá hacer el refino con niveladora, hasta conseguir la rasante y sección definidas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente Artículo. A continuación, se procederá a eliminar de la superficie todo el material suelto, por medio de barredoras mecánicas u otros medios adecuados y a la recompactación posterior del área corregida.

EJECUCIÓN DE JUNTAS

Las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede perfectamente vertical, debiendo recortarse parte de la capa terminada.

Se dispondrán juntas transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa más tres horas (3 h). Si se trabaja por fracciones del ancho, se dispondrán juntas longitudinales sí existe una demora superior a una hora (1 h) entre las operaciones en franjas contiguas.

CURADO DE LA MEZCLA

La mezcla se mantendrá húmeda, por lo menos, durante los siete días (7 d) que sigan a su terminación. Para ello, antes de que transcurran veinticuatro horas (24 h) del final de las operaciones de acabado, y cuando la superficie esté todavía húmeda, se podrá aplicar un producto bituminoso, del tipo y en la cantidad que figuren en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o, en su defecto, señale el Director, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 531, "Riegos de adherencia".

Sobre las capas de firme constituidas por suelos estabilizados con cemento, se prohibirá la circulación de todo tipo de tráfico, por lo menos durante los tres (3) días siguientes a su terminación, y de vehículos pesados durante los siete (7) días siguientes a su terminación. Si durante este período los equipos de construcción, u otro tráfico, deben circular ineludiblemente por encima del riego de curado, el Director podrá ordenar se recubra con arena o tierra, con una dotación no superior a seis litros por metro cuadrado (6 l/m²). Al cabo de los siete días (7 d), se procederá a eliminar la arena o tierra por medio de barredoras mecánicas u otros medios adecuados.

Si dentro de los siete (7) primeros días de la fase de curado se presentasen heladas la capa estabilizada deberá protegerse adecuadamente contra las mismas.

TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos, el Contratista construirá una sección de ensayo del ancho y longitud adecuados, de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente, y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de trabajo.

Se tomarán muestras del suelo estabilizado, y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas sobre grado de disgregación del suelo, humedad, espesor de la capa, densidad, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

En el caso de que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajuste a dichas condiciones, deberán hacerse inmediatamente las necesarias correcciones; y, si fuere preciso, se modificará la fórmula de trabajo, repitiéndose la sección de ensayo una vez efectuadas las correcciones.

TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica, que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá rebasar a la teórica en ningún punto, ni quedar por debajo de la misma en más de un quinto (1/5) del espesor previsto en los Planos y Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares para la capa de suelo estabilizado con cemento.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- El recorte, y recompactación de la zona alterada, sólo podrá hacerse si se está dentro del plazo máximo fijado para la puesta en obra. Si se hubiera rebasado dicho plazo, se reconstruirá totalmente la zona afectada, de acuerdo con las instrucciones del Director.
- El recrecimiento en capa delgada no se permitirá en ningún caso. Si la rasante de la capa de suelo estabilizado con cemento queda por debajo de la teórica en más de las tolerancias admitidas, se adoptará una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Director:
 - Incremento del espesor de la capa inmediatamente superior.
 - Reconstrucción de la capa de suelo estabilizado con cemento.

LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Las estabilizaciones con cemento se efectuarán cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los cinco grados centígrados (5° C), y no exista fundado temor de heladas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en dos grados centígrados (2°C) la temperatura límite, para poder realizar la estabilización.

En el caso de mezcla in situ, el cemento se extenderá solamente en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

Para la correspondiente planificación de las tareas se intentará que las tareas se ejecuten en los meses más favorables, según el anejo de climatología y los correspondientes factores calculados.

6. SECCIONES DE FIRME

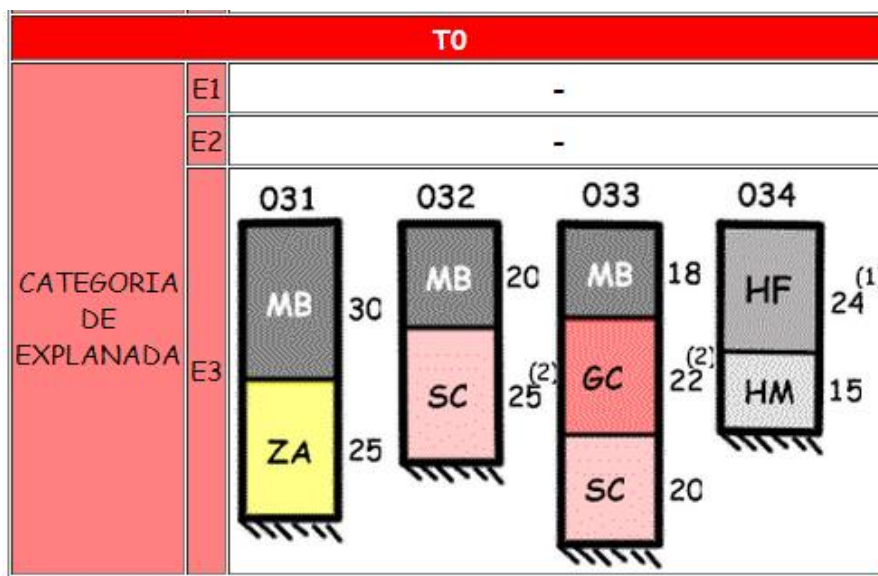
En este apartado, para el dimensionamiento de las secciones de firme, se ha optado por recurrir al catálogo de secciones de firme de la instrucción 6.1. Este es el procedimiento más generalizado entre las Administraciones de Carreteras. Se basa, fundamentalmente, en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

La siguiente figura representa las secciones de firme según la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada. Entre las posibles soluciones, el proyectista ha seleccionado la más adecuada técnica y económicamente. Todos los espesores de capa señalados son los mínimos en cualquier punto de la sección transversal del carril de proyecto.

Cada sección se designa por un número de tres o cuatro cifras:

- la primera (si son tres cifras) o las dos primeras (si son cuatro cifras) indican la categoría de tráfico pesado, desde T00 a T42.
- la penúltima expresa la categoría de explanada, desde E1 a E3.
- la última hace referencia al tipo de firme, con el siguiente criterio:
 - 1: Mezclas bituminosas sobre capa granular.
 - 2: Mezclas bituminosas sobre suelo-cemento.
 - 3: Mezclas bituminosas sobre grava-cemento construida sobre suelo-cemento.
 - 4: Pavimento de hormigón

CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LA CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO T0, EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA.

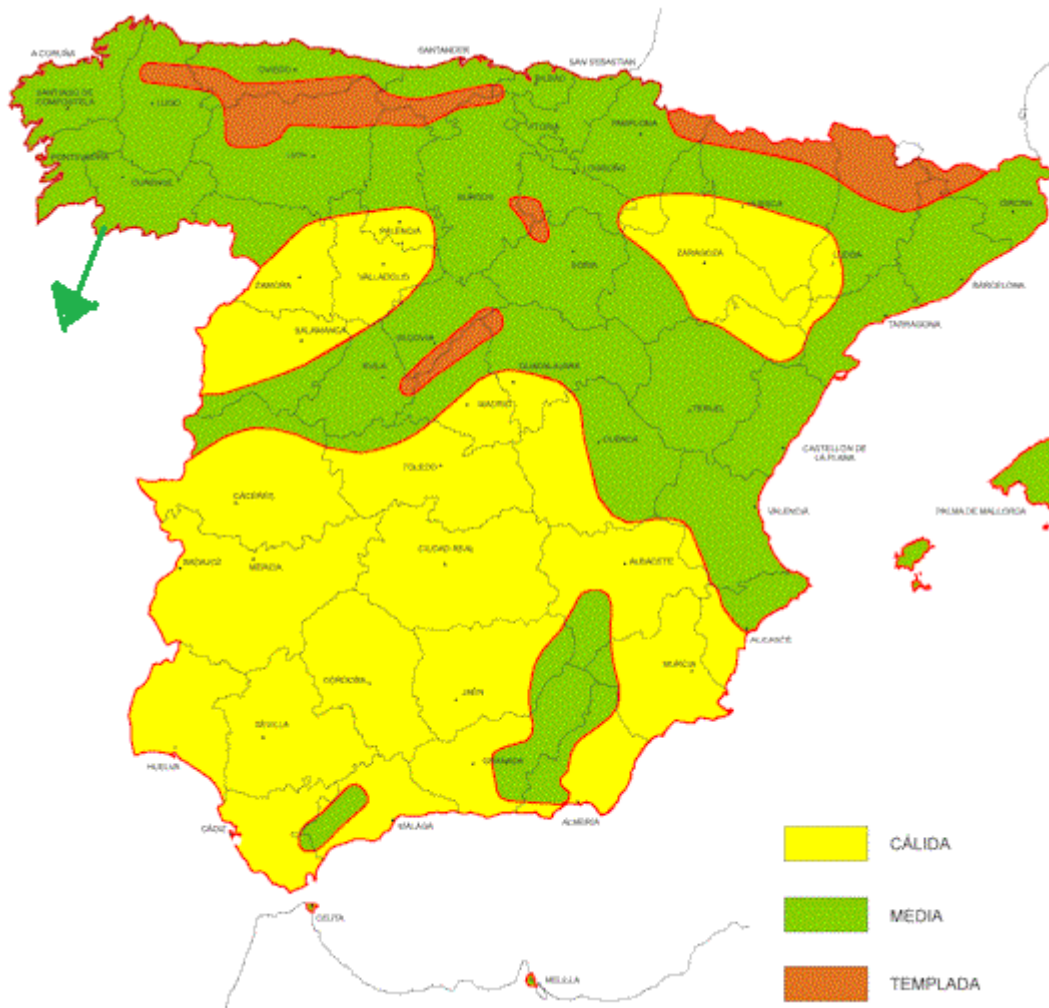


Debido a que la cantidad de suelo disponible (suelo seleccionado tipo 2) es limitada y a la existencia de una cantera cercana, se ha decidido usar la tipología 031 que está formada por una base de zahorra artificial de 25 cm de espesor y una mezcla bituminosa en caliente de 30 cm de espesor.

MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

Para la elección del tipo de ligante bituminoso, así como para la relación entre su dosificación en masa y la del polvo mineral, se tiene en cuenta la zona térmica estival definida en la siguiente figura.

FIGURA – ZONAS TÉRMICAS ESTIVALES.



La zona térmica estival se considera media, procediendo del mismo modo que en los otros anejos.

ESPEORES DE LAS CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA

Los espesores de cada capa de mezcla bituminosa en caliente vienen determinados por los valores dados en la siguiente tabla. Las secciones de firme se proyectan con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.

En esta sección en la que hay más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior ha de ser mayor o igual al espesor de las superiores.

TABLA 6 ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
RODADURA	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
INTERMEDIA	D y S	5-10		
BASE	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

Capa de rodadura de la mezcla bituminosa.

Para la capa de rodadura para las categorías de tráfico pesado T00 a T1 -entre la que se encuentra la categoría de trafico de este proyecto- se emplean las mezclas bituminosas discontinuas en caliente tipo M con un espesor de 3 cm.

Mezcla bituminosa de alto módulo.

En las secciones cuyo espesor total de mezcla bituminosa en caliente según el catálogo (figura 2.1) sea igual o superior a 25 cm-en este caso es 30 cm- y cuya explanada sea de categoría E3 o E2-en este caso es una E3- se estudia la posibilidad de emplear mezclas bituminosas de alto módulo (MAM) de las especificadas en el Pliego de este proyecto, pudiendo reducirse como consecuencia el espesor de las capas de base. En síntesis, únicamente se podrá contemplar el mencionado empleo en las secciones denominadas 0031, 0032, 031, 121, 131 y 221 de entre las que se encuentra la seleccionada (031)

Las mezclas bituminosas de alto módulo se proyectan exclusivamente en las capas de base, manteniéndose por tanto los espesores de la capa de rodadura y de la intermedia. La reducción del espesor como consecuencia del empleo de mezclas bituminosas de alto módulo está convenientemente justificada y no es superior al veinte por ciento (20%) de dicho espesor tal y como exige la instrucción. Además se cumplen las prescripciones contenidas en el Pliego.

En este caso se utilizará como base una mezcla bituminosa de alto módulo de 13 cm de espesor.

RIEGO DE IMPRIMACIÓN

Sobre la capa granular que va a recibir una capa de mezcla bituminosa o un tratamiento superficial, debe efectuarse, previamente, un riego de imprimación, definido en el Pliego

RIEGO DE ADHERENCIA

Sobre la capa de suelo estabilizado con cemento y las capas de mezcla bituminosa que vayan a recibir una capa de mezcla bituminosa deberá efectuarse, previamente, un riego de adherencia, definido en el Pliego. La correcta ejecución de este riego es fundamental para el buen comportamiento del firme.

RIEGO DE CURADO

Sobre las capas tratadas con un conglomerante hidráulico se proyectará un riego de curado, definido en el Pliego.

SUELOCEMENTO

Manteniendo los espesores especificados en este anejo, el suelo-cemento podrá ser sustituido por una grava-cemento si las disponibilidades del material así lo justificaran. En este caso podrá utilizarse el huso GC25 en calzada, y no serán exigibles las prescripciones relativas al porcentaje de caras de fractura.

7. ARECENES

En arcenes de anchura superior a 1,25 m, como es el caso, el firme depende de la categoría de tráfico pesado prevista para la calzada y de la sección adoptada en ésta; se ha evitado la aparición de nuevas unidades de obra. Se ha adoptado una de las soluciones indicadas en la instrucción, prevista para unas solicitaciones del tráfico pesado acordes con las funciones propias de los arcenes de la vía.

Para fijar los espesores de las capas del firme del arcén, el proyectista ha tenido en cuenta la distribución de capas del firme de la calzada, a fin de coordinar su construcción.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 de entre las que se encuentra la categoría de tráfico de la vía en estudio es perceptivo, por exigencias de seguridad de la circulación vial, que los arcenes dispongan de una capa de rodadura completa transversalmente y con la misma rasante que la calzada, de manera que no haya un escalón entre ambas superficies.

En todos los casos las capas de rodadura e intermedia del arcén son prolongación de las dispuestas en la calzada y, por tanto, de idéntica naturaleza.

Debajo del pavimento del arcén se ha optado por disponer Zahorra artificial drenante, procurando enrasar con la cara inferior de las mezclas bituminosas de la calzada y en todo caso con las limitaciones sobre espesores especificadas en la tabla 5. El resto del espesor, hasta alcanzar la explanada, se completará con zahorra artificial.

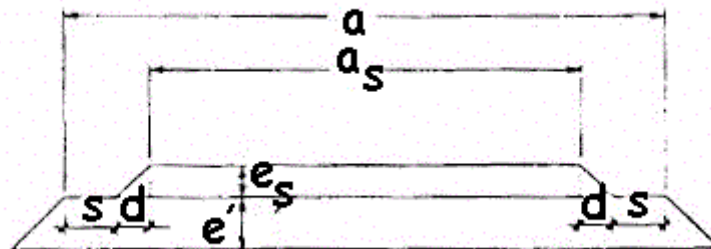
8. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

La anchura de la capa superior del pavimento de la calzada rebasará a la teórica al menos en 20 cm por cada borde.

Cada capa del firme tendrá una anchura (a) en su cara superior, igual a la de la capa inmediatamente superior (a_s) más la suma de los sobreamchos (d) y (s) indicados en la tabla 7. El sobreamcho (s) podrá aumentarse si existe necesidad de disponer de un apoyo para la extensión de la capa superior.

TABLA 7 VALORES DE LOS SOBREAMCHOS

SOBREAMCHO	MATERIAL	VALOR (cm)
POR DERRAMES (d)	PAVIMENTO DE HORMIGON	0
	HORMIGON MAGRO VIBRADO	0
	OTROS MATERIALES	e_s
POR CRITERIOS CONSTRUCTIVOS (s)	MEZCLAS BITUMINOSAS	5
	MATERIALES TRATADOS CON CEMENTO	6 a 10
	HORMIGON MAGRO VIBRADO	20
	CAPAS GRANULARES	10 a 15



$$a = a_s + 2 \cdot d + 2 \cdot s$$

Estos sobreamchos se pueden observar en los planos.

En las categorías de tráfico pesado T00 y T0, se pueden considerar dimensionamientos distintos entre carriles de una misma calzada, donde haya dos o más carriles para un sentido de circulación. En este caso el proyectista ha dimensionado un pavimento igual para todos los carriles, ya que facilita la ejecución de la obra y el coste que produce no varía tanto.

SOLUCIÓN FINAL DEL PAVIMENTO:

-Sobre la esplanada E3 formada por un suelo seleccionado 2 y 30 cm de suelo estabilizado con cemento se hará el correspondiente riego de curado.

-Luego se realizará un riego de adherencia

-Se colocarán los 25 cm de zahorra artificial.

-Se realizará un riego de imprimación

-13 cm de MAM

-Se realizará un riego de adherencia

-10 CM Dy S

-Se realizará un riego de adherencia

-3 cm de M

Para el diseño del pavimento se seguirán las indicaciones expuestas en los apartados siguientes, adoptando alguna de las soluciones propuestas. En caso de utilizar otras secciones u otros sistemas de impermeabilización, se deberá justificar motivadamente la no adopción de alguna de las soluciones propuestas.

PAVIMENTOS SOBRE EL TABLERO DE LA OBRA DE PASO

El pavimento del tablero de la obra de paso, deberá cumplir la doble misión de proporcionar una adecuada rodadura al tráfico y proteger e impermeabilizar el tablero ante la acción directa del tráfico y de la intemperie particularmente en climas lluviosos como es el caso.

CONDICIONANTES DE PROYECTO

TRAFICO

Se considerarán la intensidad y la composición del tráfico previsto en servicio, así como las condiciones previstas durante la puesta en obra.

CARACTERISTICAS DE LA OBRA DE PASO

Se considerarán, entre otras, las características siguientes:

- Tipo de tablero: (de hormigón pretensado).
- Flexibilidad del tablero.
- Elementos de equipamiento de la obra de paso.
- Extensión de la superficie a pavimentar.
- Susceptibilidad al agua de los materiales del tablero al agua.

CONDICIONANTES AMBIENTALES

Se considerará la posible situación de la estructura dentro de zonas ambientales agresivas, como pueden ser las de climas fríos y lluviosos (ZT1 y ZPH), las costeras, las de grandes incrementos térmicos (ZT4), o las industriales con presencia de agentes químicos nocivos (NO, SO, etc.).

9. PAVIMENTACIÓN DEL TABLERO

En general, para tableros de obras de paso, no se diseñan pavimentos de espesores superiores a 10 cm, e incluso menores para tableros de puentes muy flexibles, donde no se emplean espesores de pavimento superiores a 5 cm.

Los sistemas de pavimentación indicados en este anejo constan de capas inferiores de impermeabilización y protección, y de capas de pavimento. Las capas inferiores deben proyectarse siguiendo los criterios que se indican en los apartados siguientes, salvo que se den alguna de las condiciones que se indican a continuación en las que no es necesario su empleo:

- Tableros en zonas de baja pluviometría (la zona pluviométrica de la zona donde se realizará el proyecto no es seca) en las cuales no exista riesgo de heladas.
- Tableros no expuestos a ambientes agresivos.

En zonas con riesgos de heladas en la obra de paso no se usan mezclas drenantes.

Preparación del tablero

Se tendrá especial cuidado con el acabado del mismo, así como con la compatibilidad entre dicho acabado y la solución elegida. Las siguientes prescripciones técnicas se especificarán obligatoriamente en el correspondiente pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto de Construcción. En tableros de hormigón se tienen en cuenta las prescripciones, que se exponen a continuación, en particular cuando se emplean resinas como tratamiento de impermeabilización:

- La superficie del tablero debe estar limpia de restos de lechadas de inyección, cordones de mortero, manchas de grasa, gasoil o aceites, etc., y debe presentar una

textura adecuada, de manera que las irregularidades sean menores de 5 mm medidas con la regla de 3m, evitando oquedades superficiales, huellas diversas, etc. Para ello, se corregirá en su caso con materiales compatibles con el tablero y la impermeabilización (másticos, mezclas asfálticas finas y estables, etc.).

- La superficie del tablero ha de ser paralela a la capa de rodadura, de forma que se eviten las cuñas o reperfilados.
- Todos los bordes que vayan a impermeabilizarse habrán de achaflanarse con un radio mínimo de 40 mm, y los ángulos entrantes se suavizarán a 45° mediante relleno de mortero de resina.
- Se preverán los sistemas de desagüe necesarios para la evacuación de las aguas siguiendo las directrices expuestas en el anejo de drenaje.

En tableros de hormigón, para las operaciones de limpieza y eliminación de los materiales no cohesivos, se emplean técnicas como decapado mecánico, chorro de arena, cepillos metálicos o agua a presión.

Sistema aplicable a tableros rígidos de hormigón

Entre estos pueden citarse por ejemplo los constituidos por tableros de hormigón armado, de vigas de hormigón pretensado de luces no superiores a 30 m, etc.

El sistema a emplear se escoje en función del tráfico de proyecto que se estime vaya a circular sobre el tablero. Para Tráficos de cotegoría T2: ó superior como es el caso, se emplea un sistema compuesto por:

- 1. Riego de imprimación del tablero.
- 2. Capa de impermeabilización, con una capa de protección para evitar que esta se dañe durante los trabajos de construcción.
- 3. Dos capas de mezcla bituminosa en caliente con un espesor total de 8 a 10 cm, dispuestas de la siguiente manera:
 - Capa intermedia de regularización de mezcla bituminosa tipo densa o semidensa y de tamaño máximo de árido pequeño.
 - Capa de rodadura de mezcla bituminosa tipo densa o semidensa de 6 cm de espesor, o mezcla bituminosa discontinua.

En la figura se muestra el sistema de impermeabilización aplicado al tablero de hormigón al que habrá que añadir la solución propuesta para capa de rodadura.

Solución aplicable al tablero rígido de hormigón (a falta de colocar la capa de rodadura, que por continuidad se empleará la escogida para la carretera)



“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte Sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Anejo 12

Movimiento de tierras

Indice

1. OBJETO.....	3
2. MOVIMIENTOS A REALIZAR.....	3
3. BALANCES DE TIERRAS.....	4

1. OBJETO

Este anejo tiene el objetivo de explicar y justificar los movimientos de tierras necesarios para la realización de este proyecto.

2. MOVIMIENTO A REALIZAR DURANTE LAS OBRAS

Como se puede ver en el plano de movimiento de tierras del documento número 2 de este proyecto, básicamente generan movimiento de tierras las dos zonas de trasdós del muro y la ampliación del carril en la calzada de la N14.

La excavación del trasdós de ambos estribos actuales se realizará dejando un talud 2:1 para garantizar la estabilidad de este durante la ejecución de los nuevos estribos. Debido a que estos dos nuevos estribos son de mayor tamaño que los actuales (33,5 metros de longitud frente a 27 metros), se deberá realizar una aportación de terreno en su localización.

Los taludes laterales se dejaran igual que los actuales, es decir, serán taludes 3:2 puesto que el terreno es suficientemente bueno como para ser estable con este ángulo. Además, estos taludes, a diferencia de los provisionales de la excavación del trasdós, se anivelaran y se sembraran mediante hidrosiembra al finalizar la construcción de los estribos y su ejecución.

En la tabla del final de este anejo, se pueden ver los volúmenes de tierras generados de la excavación del trasdós de los estribos actuales, los necesarios para los nuevos estribos así como el balance de tierras resultante al que se le añade el volumen extraído de la excavación de las zapatas (restándole el volumen necesario para el relleno de estas después de su ejecución). Así pues, se conocerá el volumen de tierra a suministrar a la obra para esta zona.

El otro gran capítulo de movimiento de tierras de este proyecto es el debido a la ampliación de las calzadas de la N14. Ambas calzadas paralelas se amplían un total de 3,5 metros por uno de los laterales de cada vía hasta la zona de influencia del proyecto (delimitada en el plano de Zona de influencia de la obra, del documento número 2 de este proyecto), aportando tierras para dejar un talud lateral 3:2 como el resto de la vía. De este modo, se deberá añadir este volumen de tierras a suministrar, al valor anterior resultado del balance de los estribos y las cimentaciones.

De nuevo, todos estos valores se encuentran en la tabla resumen al final de este anejo.

El resto de movimiento de tierras es resultado de la excavación de rasas para realizar las cunetas y los caces de las carreteras N14 y N12 respectivamente. Estas tierras, se dejaran acopiadas al lado de la calzada junto al talud lateral de esta de manera adecuada y sin causar un gran impacto visual ya que se trata de poco volumen.

3. BALANCES DE TIERRAS

A continuación se muestra una tabla resumen de los volúmenes principales de movimientos de tierras:

Excavación desmonte trasdós actual	2.983,5 m ³
Terraplén nuevo trasdós	3.701,75 m ³
Excavación zapatas	560,63 m ³
Terraplén ampliación carril	2.585,8 m ³
Balance de aportación de tierras	2.743,42 m ³

ANEJO 13

Servicios Afectados y Expropiaciones

Índice

1. Servicios afectados.....	3
2. Expropiaciones.....	6

1. SERVICIOS AFECTADOS

El proyecto de construcción de la obra a ejecutar ha de reflejar los servicios afectados existentes en la zona objeto de la actuación a realizar y se tendrán en cuenta las siguientes premisas.

Instalaciones eléctricas

Antes de efectuar cualquier obra de excavación se pedirá, por escrito, a los distintos servicios que marquen la trayectoria de las instalaciones existentes, con el fin de evitar accidentes.

En el correspondiente apartado de planos se incluye un plano donde se encuentra el trazado de las líneas de alta tensión que se encuentran en la zona de influencia de la obra.

En cualquier caso, y en el momento de proceder al desvío o afección correspondiente, será necesario seguir el proceso siguiente:

- a) El contratista se pondrá en contacto con el titular del servicio afectado y en presencia de éste, señalará el trazado del servicio, con indicación exacta y precisa de la profundidad y características del trazado. La señalización será perdurable durante el transcurso de la afección, protegiendo de sobrepresiones, debidas al uso de maquinaria pesada, etc...
- b) Si el servicio afectado se ha de reponer en lugar diferente, se habrá de preparar la conducción alternativa antes del desmantelamiento de la primitiva.
- c) Permanecer en contacto con los entes titulares de los servicios afectados, hasta que se restituya definitivamente el servicio y siempre bajo las directrices y responsabilidad de las compañías suministradoras.

En cualquier caso, existen unos servicios como son los de suministro de energía eléctrica y telefonía, que no sólo llevan el riesgo de la suspensión del servicio, sino el riesgo intrínseco de la peligrosidad de cara a la vida de las personas que trabajan y se hallan en sus inmediaciones.

Tanto es así, que para los trabajos sobre este tipo de instalaciones, además de las normas de carácter general expuestas con anterioridad, habrá de tenerse siempre en cuenta:

- Se podrá efectuar la excavación mecánica hasta llegar a una cota de 1 metro por encima de la cota de la instalación existente.
- Se podrá efectuar la continuidad de la excavación con martillo neumático, hasta una cota de 0,50 metros, por encima de la coronación de la instalación afectada.
- El resto se efectuará por procedimientos manuales, no punzantes.

Desvíos de tráfico

Durante la realización de las obras, se verán afectadas las carreteras N12 y N14 en el punto de intersección de ambas.

Como dichas obras se realizan en carreteras por las cuales hay un flujo de vehículos notable, durante la realización de ciertas tareas (descritas en el procedimiento constructivo) se habrá de proceder a desviar el tráfico.

Para los desvíos del tráfico se habrá de tener en cuenta lo siguiente:

Se avisará a las autoridades competentes de las fechas en las que se procederá a los desvíos de tráfico. Para ello se hace uso del anejo de planificación.

Los desvíos no afectarán a las demás carreteras del entorno del proyecto. Para ello, el proyectista ha decidido proceder a desvíos de tráfico haciendo uso de las incorporaciones y salidas que hay actualmente, de tal manera que afecten lo mínimo posible a los tiempos de recorrido de los usuarios de las vías.

Siempre, en la medida de lo posible, se permitirá el paso de vehículos de emergencia (dado que la carretera N12 se encuentra en las proximidades del Hospital Sao Joao de Oporto) o vehículos de transporte colectivo (tal y como se describe en el correspondiente anejo de movilidad, hay un gran número de líneas de autobús que atraviesan dicha intersección.

Los desvíos de la carretera N14 (Vía Norte) serán permanentes, de principio a fin de la obra.

Los desvíos de la N12 se realizarán el día antes de la ejecución de las tareas que precisan desvíos. Durante la etapa de construcción previa a la colocación de vigas, se procederá al vallado de las zonas donde se constriran los pilares incluyendo la mediana, de tal manera que permitan el paso de 2 carriles por sentido, dejando margen suficiente para la ejecución de las tareas con total seguridad, tal y como se describe en el correspondiente Estudio de Seguridad y Salud de este proyecto, y a la vez permitir el flujo continuo de vehículos con el fin de minimizar las molestias a los usuarios de las vías.

En las siguientes imágenes se muestran los desvíos a efectuar para garantizar las premisas establecidas:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”



Red de drenaje

Tal y como se puede observar en los planos, no hay necesidad de variar el trazado de los colectores de recogida de aguas pluviales, ya que dichos colectores no interfieren en las obras.

Cabe destacar, que lo que sí que se habrá de proceder a la unión de los nuevos caces a disponer en la N12 con la red de colectores existente.

Para ello, el constructor habrá de ponerse en contacto con la empresa de aguas municipal “Aguas do Porto” para la realización de dichas tareas, y bajo la supervisión de un empleado municipal.

2. EXPROPIACIONES

Tal y como se puede observar en los planos correspondientes a la calificación urbanística de la zona de influencia del proyecto, los terrenos en los cuales se pretende establecer la obra son públicos, por lo que no será necesaria la expropiación del suelo.

Cabe destacar que en el tramo denominado en este proyecto como N14-a (en el norte de la zona de influencia de la obra) sí que será necesaria la expropiación de suelos clasificados como suelos agrícolas, pero este tramo no ha sido abarcado en este proyecto.

Anejo 14

Gestión de Residuos

Índice

1. Introducción.....	3
2. Contenido del documento.....	3
3. Identificación de los residuos a generar.....	4
4. Estimación del tipo y cantidad de residuo.....	7
5. Previsión de operaciones de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos.....	9
6. Previsión de operaciones de valorización “IN SITU” de los residuos generados.....	9
7. Destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorizables "IN SITU"	9
8. Prescripciones técnicas en las operaciones de Manipulación y Gestión.....	10
9. Valoración del coste previsto de la gestión de residuos.....	10
10. Conclusión.....	13

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Gestión de Residuos en la obra tiene como objetivo principal racionalizar la gestión para poder minimizar la producción y mejorar la valorización actual. Los conceptos relacionados con la gestión a pie de obra son fundamentales para conseguir los objetivos planteados.

Se trata de estudiar por tanto, desde la fase inicial del proyecto, las oportunidades de reutilizar y reciclar los residuos, tanto dentro como fuera de la obra.

Los trabajos de construcción de la obra dan lugar a una amplia variedad de residuos. Sus características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo ejecutado.

Por un lado, al iniciarse la obra habrá que realizar las operaciones previas de demolición de la construcción existente y que se deberán efectuar ciertos movimientos de tierras. En la demolición se originan grandes cantidades de residuos pétreos: hormigón, etc., cantidades que se reducen durante el periodo de construcción.

Posteriormente durante la realización de la obra y a medida que ésta va avanzando y llegan los acabados también se origina una importante cantidad de residuos en forma de sobrantes de la puesta en obra de los materiales y productos y restos diversos de embalajes.

Hay que prever el tipo y volumen de materiales residuales que se producirán en la obra y en la demolición para organizar adecuadamente los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos. En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

La previsión incluso debe alcanzar a la gestión de los residuos que si bien no son propiamente la ejecución material, se originarán durante el transcurso de la obra en las instalaciones de personal y oficinas: reciclar los residuos de papel de la oficina de la obra, los toners y tinta de las impresoras y fotocopadoras, los residuos biológicos, etc.

Se redacta el presente Estudio de Gestión de Residuos conforme a lo dispuesto en el art. 4 del RD 105/2008 de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

2. CONTENIDO DEL DOCUMENTO

De acuerdo con el mencionado artículo, el contenido de este Estudio es el siguiente:

- 2.1-Identificación de los residuos (según OMAM/304/2002)
- 2.2-Estimación del tipo y cantidad de residuos que se generará (en Tn y m3)Gestión de residuos
- 2.3-Medidas de segregación “in situ”
- 2.4-Previsión de reutilización en la misma obra u otros emplazamientos
- 2.5-Operaciones de valorización “in situ”
- 2.6-Destino previsto para los residuos.
- 2.7-Instalaciones para el almacenamiento, manejo u otras operaciones de gestión.
- 2.8-Valoración del coste previsto para la correcta gestión de los RCDs, que formará parte del presupuesto del proyecto.

3. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR, CODIFICADOS CON ARREGLO A LA LISTA EUROPEA DE RESIDUOS PUBLICADA POR ORDEN MAM/304/2008 DE 8 DE FEBRERO O SUS MODIFICACIONES POSTERIORES

Los trabajos de construcción de la obra dan lugar a una amplia variedad de residuos, cuyas características y cantidad dependen de la fase de construcción y del tipo de trabajo que será ejecutado.

Es necesario identificar los trabajos previstos en la obra con el fin de contemplar el tipo y el volumen de residuos se producirán, organizar los contenedores e ir adaptando esas decisiones a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

En efecto, en cada fase del proceso se debe planificar la manera adecuada de gestionar los residuos, hasta el punto de que, antes de que se produzcan los residuos, hay que decidir si se pueden reducir, reutilizar y reciclar.

A este efecto, de la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero 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 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 y de la implantación de servicios.

Por otro lado es necesario tener en cuenta que son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Gestión de residuos

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.

Los residuos generados serán tan solo los marcados a continuación de la Lista Europea establecida en la Orden MAM/304/2002. No se consideraran 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.

La inclusión de un material en la lista no significa, sin embargo, que dicho material sea un residuo en todas las circunstancias. Un material sólo se considera residuo cuando se ajusta a la definición de residuo de la letra a) del artículo 1 de la Directiva 75/442/CEE, es decir, cualquier sustancia u objeto del cual se desprenda su poseedor o tenga la obligación de desprenderse en virtud de las disposiciones nacionales en vigor.

En las listas que se muestran a continuación se marcarán con una “X” aquellos residuos que previsiblemente serán generados en las obras objeto de este documento.

A.1.: RCDs Nivel I

1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN

17 05 04 Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06 Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05*
17 05 08 Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

A.2.: RCDs Nivel II

RCD: NATURALEZA NO PÉTREA

1. Asfalto

2. Madera

3. Metales

Cobre, bronce y latón

Aluminio

Plomo

Zinc

Hierro y Acero

Estaño

Metales mezclados

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10

4. Papel

5. Plástico

6. Vidrio

7. Yeso

RCD: NATURALEZA PÉTREA

1. Arena, Grava y otros Áridos

Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código
Residuos de arena y arcilla

2. Hormigón

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos

Ladrillos

Tejas y materiales cerámicos

Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código

4. Piedra

RCDs mezclados distintos a los especificados en los códigos

RCD: POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS

1. Basuras

Residuos biodegradables

Mezcla de residuos municipales

2. Potencialmente peligrosos y otros

Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)

Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas

Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla

Gestión de residuos

RCD: POTENCIALMENTE PELIGROSOS Y OTROS

Alquitrán de hulla y productos alquitranados

Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas

17 04 10 Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17 06 01 Materiales de aislamiento que contienen amianto
17 06 03 Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas
17 06 05 Materiales de construcción que contienen amianto
17 08 01 Materiales de construcción a partir de yeso contaminado con sustancias peligrosas
17 09 01 Residuos de Construcción y Demolición que contienen mercurio
17 09 02 Residuos de Construcción y Demolición que contienen PCB's
17 09 03 Otros Residuos de Construcción y Demolición que contienen sustancias peligrosas
17 06 04 Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 13
17 05 03 Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas
17 05 05 Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17 05 07 Balastro de vías férreas que contienen sustancias peligrosas
15 02 02 Absorbentes contaminados (trapos, ...)
13 02 05 Aceites usados (minerales no clorados de motor, ...)
16 01 07 Filtros de aceite
20 01 21 Tubos fluorescentes
16 06 04 Pilas Alcalinas y Salinas
16 06 03 Pilas de botón
15 01 10 Envases vacíos de metal o plástico contaminado
08 01 11 Sobrantes de pinturas y barnices
14 06 03 Sobrantes de disolventes no halogenados
07 07 01 Sobrantes de desencofrantes
15 01 11 Aerosoles vacíos
16 06 01 Baterías de plomo
13 07 03 Hidrocarburos con agua
17 09 04 RCDs mezclados distintos códigos 17 09 01, 02 y 03

4. ESTIMACION DEL TIPO Y CANTIDAD DE RESIDUO

Para el cálculo de las cantidades de residuos originadas como consecuencia de las operaciones de demolición se ha partido de los datos obtenidos en las mediciones del Proyecto.

En base a estos datos, la estimación completa de residuos en la obra es:

17.01.07 Hormigón.....XXX Tn.

2.3 MEDIDAS DE SEGREGACIÓN "IN SITU" PREVISTAS (CLASIFICACIÓN/SELECCIÓN)

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008 y su disposición final cuarta, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

TIPOLOGÍA DEL RESIDUO TONELADAS DE CADA TIPO DE RCD1

Hormigón 160,00 t
Ladrillos, Tejas, cerámicos... 80,00 t
Metales 4,00 t
Maderas 2,00 t

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

Vidrio 2,00 t
Plásticos 1,00 t
Papel y Cartón 1,00 t

Para la estimación de los residuos a generar durante la obra, se han hecho uso de hojas de cálculo en el que estadísticamente se asocia una cantidad de residuos según la obra a realizar, las dimensiones de esta y los materiales y tareas a ejecutar.

Esta es la lista asociada a la obra abarcada en este proyecto

<u>Codi</u>	<u>Residu</u>	<u>Volum(m³)</u>	<u>Massa(T)</u>
130205	Olis minerals no clorats de motor, de transmissió mecànica i lubricants	0,06	0,06
150101	Envasos de paper i cartró	7,61	0,53
150110	Envasos que contenen substàncies perilloses o estan contaminats per aquestes	9,99	0,86
150111	Envasos metàl·lics, inclosos els recipients a pressió buits, que contenen una matriu sòlida i porosa perillosa	0,76	0,12
150202	Absorbents, materials de filtració (inclosos els filtres d'oli no especificats en cap altra categoria), draps de neteja i roba protectora contaminats per substàncies perilloses	0,21	0,01
160103	Pneumàtics fora d'ús	0,21	0,04
160107	Filtres d'oli	0,01	0,00
160604	Piles alcalines (excepte 160603)	0,04	0,09
160605	Altres piles i acumuladors	0,22	0,51
170101	Formigó	40,83	51,33
170107	Mescles de formigó, maons, teules i materials ceràmics, diferents de les especificades en el codi 170106)	244,03	305,52
170201	Fusta	46,15	11,54
170203	Plàstic	3,43	0,24
170302	Mescles bituminoses diferents de les especificades en el codi 170301	13,83	16,59
170405	Ferro i acer	1,63	10,24
170407	Metalls mesclats	3,47	21,87
170503	Terra i pedres que contenen substàncies perilloses	2,19	2,41
170904	Residus mesclats de construcció i demolició diferents dels especificats en els codis 170901,0170902 i 170903	2,00	1,60
200201	Residus biodegradables	83,60	8,36
200301	Mescles de residus municipals	98,49	16,23
200304	Llots de fosses sèptiques	1,10	1,10
80111	Residus de pintura i vernís que contenen dissolvents orgànics o altres substàncies perilloses	0,11	0,17
80317	Residus de tóner per impressió que contenen substàncies perilloses	0,01	0,00
80318	Residus de tóner per impressió diferents dels especificats en el codi 080317	0,01	0,00

Total

560,00

449,44

5. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN EN LA MISMA OBRA O EN EMPLAZAMIENTOS EXTERNOS

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo)

OPERACIÓN PREVISTA

Reutilización de tierras procedentes de la excavación

DESTINO INICIAL :

PARQUE VERDE DE OPORTO

Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización

Reutilización de materiales cerámicos

Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio...

Reutilización de materiales metálicos

Otros

No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados al vertedero autorizado (“Parque verde de Oporto).

6. PREVISIÓN DE OPERACIONES DE VALORIZACIÓN "IN SITU" DE LOS RESIDUOS GENERADOS.

Se marcan las operaciones previstas y el destino previsto inicialmente para los materiales (propia obra o externo)

OPERACIÓN PREVISTA

No hay previsión de reutilización en la misma obra o en emplazamientos externos, simplemente serán transportados a vertedero autorizado

Utilización principal como combustible o como otro medio de generar energía

Recuperación o regeneración de disolventes

Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que utilizan no disolventes

Reciclado o recuperación de metales o compuestos metálicos

Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas

Regeneración de ácidos y bases

Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos

Acumulación de residuos para su tratamiento según el Anexo II.B de la Comisión 96/350/CE

Otros (indicar)

7. DESTINO PREVISTO PARA LOS RESIDUOS NO REUTILIZABLES NI VALORIZABLES "IN SITU"

Dado que las xxx Tn de hormigón no son reutilizables ni revalorizable “IN SITU”, será trasladado en su totalidad al Gestor de Residuos “parque verde” en Oporto, donde será en su totalidad reciclado como árido para construcción, para ello será directamente trasladado al centro gestor a medida que se vaya produciendo el desmontaje, no existiendo acopios en la obra.

8. PRESCRIPCIONES TECNICAS EN LAS OPERACIONES DE MANIPULACION Y GESTION

Con carácter General:

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

Gestión de residuos de construcción y demolición

Gestión de residuos según RD 105/2008, realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales.

Certificación de los medios empleados

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por el “Concelho de Oporto”.

Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Manipulación de los residuos en la obra

Los residuos generados se acopiarán en un lugar de la obra apropiado, preferiblemente amplio, con un acceso fácil para máquinas y vehículos, que facilite su recogida de forma sencilla evitando tener que moverlos de un lado a otro hasta depositarlos en el camión que los recoja.

Se evitará tener montones de residuos dispersos por toda la obra, porque fácilmente son causa de accidentes. Se debe asegurar un adecuado almacenaje y evitar movimientos innecesarios que entorpecen la marcha de la obra y no facilitan la gestión eficaz de los residuos.

Se pondrán todos los medios necesarios para almacenarlos correctamente, y, además, sacarlos de la obra tan rápidamente como sea posible.

Es importante también que los residuos se almacenen justo después de que se generen para que no se ensucien y se mezclen con otros sobrantes; de modo que se facilite su posterior reciclaje. Asimismo hay que prever un número suficiente de contenedores -en especial cuando la obra genera residuos constantemente- y anticiparse antes de que no haya ninguno vacío donde depositarlos.

Prescripciones a incluir en el pliego de prescripciones técnicas del proyecto:

PREESCRIPCIONES DE CARÁCTER PARTICULAR

Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares...para las partes o elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a las estructuras cercanas /muros,...

Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminados y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (chatarra).

Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones y demás elementos que lo permitan

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1m³, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado a lo que al respecto establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos

El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra...) que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismos deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor / envase y el número de inscripción en el registro de transportistas del Concelho de Oporto.

Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condiciones de licencia de obras...), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.

En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora...) son centros con la autorización del que tenga atribuciones para ello, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos.

En cualquier caso siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.

Los restos de lavado de canaletas / cubas de hormigón serán tratadas como escombros. Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para recuperación de los suelos degradados será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

9. VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS.

La valoración del coste previsto de la gestión del residuo se encuentra recogido en el capítulo 5 del presupuesto, y asciende a la cantidad **de xxx €** en ejecución material, lo que supone **un xxxx %** del presupuesto total de la obra.

Este presupuesto incluye tanto las labores propias de mantenimiento de obra y medidas a adoptar en la misma, como los cánones de vertido y el tratamiento y transporte de los materiales demolidos.

10. CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto, junto con la presente memoria y el presupuesto reflejado, el técnico que suscribe entiende que queda suficientemente desarrollado el Plan de Gestión de Residuos para el proyecto del Nuevo Paso Superior en la Vía N14 de Oporto.

Anejo 15

Proceso Constructivo

Índice

1. TRABAJOS PREVIOS	3
2. MOVIMIENTO DE TIERRAS	4
3. CIMENTACIONES	5
3.1 Estribo Norte y Estribo Sur.....	5
3.2 Pilas	6
4. ALZADOS	7
4.1 1 Estribo Norte y Estribo Sur.....	7
4.2 Pilas y dinteles	8
4.3 Losas de transición	8
5. EJECUCIÓN DEL TABLERO	10
6. PAVIMENTACIÓN	12
6.1 Pavimentación de la explanada	
6.2 Pavimentación del tablero	
7. ACABADOS	13

PROCESO CONSTRUCTIVO

Este anejo tiene como objeto definir las tareas a efectuar en la obra abordada en este proyecto.

También se darán instrucciones de la repartición de las tareas de las obras entre los equipos y la cronología y secuencia de construcción.

Cabe destacar que se ha considerado que durante las tareas relacionadas con la estructura, se trabajará de manera continuada, es decir se necesitará 3 turnos, con dos equipos cada turno. Ç

Esta elección permitirá aumentar la producción, rebajar plazos y afectar al mínimo posible al usuario de las vías que se encuentran en la zona de influencia de la obra.

1. TRABAJOS PREVIOS

Para comenzar los trabajos propios de la ejecución del paso superior, se debe gestionar una serie de actividades previas. Primeramente hay que obtener los permisos y licencia de obra para poder empezar. Se debe tener en cuenta los materiales y la maquinaria a utilizar; así como la contratación de casetas de obra, oficinas y servicios. Mención aparte merece la contratación de las vigas prefabricadas, ya que esta gestión necesita más tiempo de estudio económico y técnico.

Habrá que hacer un replanteo de la zona de trabajo para ubicar el ámbito de obra y poder empezar a desbrozar y a retirar los elementos susceptibles de entorpecer la ejecución de las tareas, así como elementos enterrados, barreras en la carretera N12,...

Una vez se ha definido y preparado la zona, se delimita perimetralmente la obra en el tramo de la N14 Norte y N14 Sur a la altura delimitada en los planos (la línea referente a la zona de influencia de la obra). Se delimitará el perímetro mediante valla electro-soldada ,se instalaran las oficinas y casetas y se transportará la maquinaria y materiales necesarios.

Se realizarán las demoliciones de las estructuras.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Los trabajos vinculados al movimiento de tierras inicial los llevarán a cabo dos equipos especializados. En este proyecto, dichos equipos serán los siguientes: equipo de movimiento de tierras 1 y equipo de movimiento de tierras 2.

El desbroce tiene en cuenta una zona localizada que será utilizada para dejar a pie de obra las vigas prefabricadas, esta superficie es de 207.9m².

Una vez tenemos el desbroce de la zona de trabajo, replanteamos el lugar exacto de las zapatas y de la rasante. Ahora ya podemos empezar con los trabajos de desmonte y terraplén.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

Estos los llevaremos a cabo con dos equipos diferentes para optimizar tiempo y poder terraplenar vez que desmontamos. Como la actividad de desmonte consume más tiempo se ha programado el terraplenado para que las dos actividades terminen al mismo tiempo. El equipo que se encarga del desmonte es el equipo de movimiento de tierras 1 y por terraplenado utilizaremos el equipo número dos.

Al finalizar todos los trabajos de terraplenado y desmonte deberemos tener la rasante justo en la cota superior de las zapatas.

También debemos tener en cuenta los taludes de terraplén y desmonte de la zona lateral de la rasante, los cuales serán de 1H/2V.

Una vez tenemos nuestra explanada de trabajo, ya estamos en disposición de excavar las diferentes cimentaciones de las pilas y los estribos.

La excavación de las cimentaciones están programadas de manera que empezamos por el estribo Norte y Sur a la vez y se empieza a avanzar de Norte a Sur pasando por cada una de las cimentaciones de los tres grupos de pilas que hay por tablero. Estos trabajos los llevaremos a cabo alternando los equipos de movimiento de tierras, de forma que excavan de dos en dos. Es decir, a la vez que el equipo 2 excava la cimentación del estribo norte, tenemos en el equipo 1 excavando la cimentación del estribo sur. A continuación, el equipo 2 pasará a excavar el zapato de la pila NNE mientras que el equipo 1 trabajará en el NNO, y así sucesivamente. De esta manera optimizamos el tiempo y los equipos de manera inteligente y ordenada.

La forma geométrica de la cimentación del estribo Norte en planta es un rectángulo de 6.25x34. Llevaremos a cabo el mismo procedimiento que en las pilas, es decir dejar medio metro más de excavación por el perímetro y un talud de 1H/2V.

La excavación de las zapatas de las pilas tendrá una profundidad de 2.5m; en cuanto a la anchura y longitud dejaremos 0.5m más por cada lado de la cimentación y con un talud de 1H/2V. Es decir, tendremos una excavación de $(5.75 + 0.5 + 0.5) \times (12.5 + 0.5 + 0.5) \times 2.5 = 227.8$ m³ con el talud establecido.

En cuanto a los estribos, el procedimiento es el mismo. Los estribos tienen una cimentación superficial que consta de una zapata corrida de 6,25x34. La rasante, como se explicó anteriormente en otros apartados de este proyecto, va de cota superior de zapata a cota superior de zapata. La anchura y longitud de la excavación será la dimensión de los zapatos más medio metro en los dos laterales en la misma dirección del viaducto.

3. CIMENTACIONES

Las cimentaciones al igual que las excavaciones comenzarán por los estribo Norte y Sur y avanzarán de Norte a Sur pasando por los seis grupos de pilas.

Se encargará de los trabajos de hormigonado, encofrado y desencofrado la misma empresa. Se precisarán de dos equipos de trabajo en la obra para poder trabajar en dos lugares diferentes y

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

así optimizar tiempo para acortar plazos de entrega y cumplir con los criterios exigidos . Estos equipos son los llamados equipo A y equipo B.

Igualmente, la empresa de ferrallado se pedirán dos equipos, el equipo 1 y el equipo 2.

Secuencia de cimentaciones
EN-ES
NE
NO
CE
CO
SE
SO

3.1 Estribos

Estribo Norte

En el estribo Norte se tendrá trabajando el equipo A por hormigonado, encofrado y desencofrado; y al equipo 1 para el ferrallado de la cimentación.

La construcción del estribo Norte se inicia una vez finalizada la excavación localizada de la cimentación. Partiendo de la cota 91.8 colocamos una capa de 10 cm de hormigón de limpieza H-10 para formar una superficie nivelada y uniforme donde se apoyará el zapato. Una vez que este se haya endurecido realizaremos una comprobación topográfica y marcaremos la situación definitiva del zapato; a continuación se procede a la colocación de las armaduras de acero corrugado tipo B500S, respetando los recubrimientos mínimos, y utilizando separadores.

Se encofrará la cimentación y aseguraremos su resistencia mediante el uso de puntales, hormigoneras con hormigón tipo HA-25. Finalmente, una vez alcanzada la resistencia mínima requerida según la normativa se desencofrará.

Una vez tenemos la cimentación hormigonada y desencofrada, tendremos que rellenar la zona del talud de la excavación más el medio metro correspondiente al margen de cada lado.

Estribo Sur

En este estribo haremos trabajar el equipo A por los trabajos de encofrado, hormigonado y desencofrado; y el equipo 2 por los trabajos de ferrallado.

La construcción del estribo 2 se realizará de forma análoga a la del estribo 1.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

Se inicia una vez finalizada la excavación localizada de la cimentación. Partiendo de la cota de proyecto colocamos una capa de 10 cm de hormigón de limpieza H-10 para formar una superficie nivelada y uniforme donde se apoyará la zapata.

Una vez que este se haya endurecido realizaremos una comprobación topográfica y marcaremos la situación definitiva de la zapata; a continuación se procede a la colocación de las armaduras de acero corrugado tipo B500S, respetando los recubrimientos mínimos, y utilizando separadores. Se encofrará la cimentación y se asegurará su resistencia mediante el uso de puntales, hormigoneras con hormigón tipo H-25. Finalmente, una vez alcanzada la resistencia mínima requerida según la normativa se desencofrará.

Una vez tenemos la cimentación hormigonada y desencofrada, tendremos que rellenar la zona del talud de la excavación más el medio metro que se deja a cada lado. Una vez hecho todo el estribo, deberemos situar los taludes de tierra a cada lado tal y como está definido en proyecto. Además, también tenemos que llenar de tierras en la parte interior del estribo que nos servirá de explanada para la carretera.

3.2 Pilares

Las cimentaciones de los seis grupos de pilares comenzarán por el Grupo NE y terminarán por la pila SO haciendo zig-zag (alternando tableros de Norte a Sur). Se empezará a utilizar el equipo B de encofrado, hormigonado y desencofrado y se irá alternando de manera consecutiva con el equipo A para las seis cimentaciones .

Así pues el encofrado, hormigonado y desencofrado de las cimentaciones de la pila NE CE y NO será llevado a cabo por el equipo B, mientras que el de las pilas SE,CO y SO por el equipo A. En cuanto al ferrallado utilizaremos el equipo 2 para las cuatro primeras secuencias de hormigonado.

El procedimiento constructivo de las cimentaciones de las pilas es el mismo en las ocho que conforman el paso superior, iniciando en la cota que le corresponde a cada una.

Una vez realizada la excavación, debemos colocar 10cm de hormigón de limpieza H-10 para disponer de una capa de nivelación bajo los cimientos.

A continuación, una vez el hormigón de limpieza haya endurecido, estamos en disposición de situar la armadura de la cimentación B500S, después de haber encofrado la zapata teniendo en cuenta el recubrimiento de 4cm que debemos tener los cimientos; y por último, hormigones zapato con hormigón H-25, ya que la clase de exposición es poco agresiva.

La situación actual de la zapato totalmente hormigonada, con las esperas de hierro que sobresalen 1.20m del zapato para conectarla con la pila y que todo el conjunto trabaje uniformemente.

Secuencia de pilares y dinteles
EN-ES
NE
NO
CE
CO
SE
SO

4. ALZADOS

4.1 Estribos

Estribo Norte

El alzado del estribo Norte lo haremos a la vez que trabajamos en el del estribo Sur para optimizar tiempo. Es decir, una vez acabamos la cimentación del grupo de pilares SO con el mismo equipo B pasamos al alzado del estribo Norte, mientras que el equipo A estará trabajando en el alzado del Estribo Sur. El ferrallado del alzado del estribo 1 lo llevará a cabo el equipo 1 ya que el equipo 2 lo tenemos en la cimentación del estribo 2.

El primer paso en la ejecución de los alzados es la colocación del encofrado visto sobre las cimentaciones, a continuación se procede al montaje del armado con barras de acero corrugadas tipo B500S, respetando los recubrimientos mínimos y utilizando separadores; para llevar a cabo este trabajo se ha montado un andamio, que a posteriori será utilizada también para facilitar la vibración del hormigón.

Para finalizar el encofrado se realiza su cierre en la cara no vista y los extremos, y aseguramos su resistencia mediante el uso de puntales. El hormigonado se realiza con hormigón tipo HA-30 que vertemos con la ayuda de un camión con bomba, se debe tener en cuenta no sobrepasar la altura máxima para evitar la segregación del hormigón. Una vez alcanzada la resistencia mínima exigida por la normativa pasamos a desencofrar el alzado.

La impermeabilización del estribo sólo es necesaria en el paramento vertical interior debido a que soporta el empuje de las tierras, se realizará pintando con una emulsión bituminosa catiónica. El drenaje lo conforman tres elementos necesarios, por un lado colocamos geotextil en toda la superficie no vista, el tubo dren de 110 mm de diámetro en la parte inferior y el relleno de material filtrante según los planos.

Una vez hecho todo el estribo, deberemos situar los taludes de tierra a cada lado tal y como está definido en proyecto. Además, también tenemos que llenar de tierras la parte interior del

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

estribo que nos servirá de explanada para la carretera. El relleno de tierras y taludes del estribo Norte lo llevará a cabo el equipo de movimiento de tierras 1.

Estribo Sur

La ejecución del alzado del estribo 2 se realizará de forma análoga a la del estribo 1. Los equipos que se encargan de ejecutar este estribo son: el equipo B y el equipo 1.

El procedimiento constructivo de cada uno de los módulos en que dividimos el alzado del estribo, es igual al del estribo 1, exceptuando la formación de juntas entre los diferentes módulos que podremos o no llenar de resina "Epoxi", según los requerimientos de la dirección facultativa de obra.

El primer paso en la ejecución de los alzados es la colocación del encofrado visto sobre las cimentaciones, a continuación se procede al montaje del armado con barras de acero corrugadas tipo B500S, respetando los recubrimientos mínimos y utilizando separadores; para llevar a cabo este trabajo se ha montado un andamio, que a posteriori será utilizada también para facilitar la vibración del hormigón.

Para finalizar el encofrado se realiza su cierre en la cara no vista y los extremos, y aseguramos su resistencia mediante el uso de puntales. El hormigonado se realiza con hormigón tipo HA-30 que vertemos con la ayuda de un camión con bomba, se debe tener en cuenta no sobrepasar la altura máxima para evitar la segregación del hormigón. Una vez alcanzada la resistencia mínima exigida por la normativa pasamos a desencofrar el alzado.

La impermeabilización del estribo sólo es necesaria en el paramento vertical interior debido a que soporta el empuje de las tierras, se realizará pintando con una emulsión bituminosa catiónica. El drenaje lo conforman tres elementos necesarios, por un lado colocamos geotextil en toda la superficie no vista, el tubo dren de 110 mm de diámetro en la parte inferior y el relleno de material filtrante según los planos.

Una vez hecho todo el estribo, deberemos situar los taludes de tierra a cada lado tal y como está definido en proyecto. Además, también tenemos que llenar de tierras en la parte interior del estribo que nos servirá de explanada por la carretera. El relleno de tierras y taludes del estribo 2 lo llevará a cabo el equipo de movimiento de tierras 1.

4.2 Pilares y dinteles

Primero de todo colocaremos el encofrado de la pila, a continuación la ferralla de la pila haciendo la correcta conexión con las zapatas y teniendo en cuenta los diferentes empalmes con las pilas (todo ello especificado en el apartado de mediciones del hierro). El acero utilizado en las pilas es B500S.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

Una vez que tenemos toda la armadura de la pila situada, procedemos a colocar el encofrado. Los encofrados de los pilares tienen forma circular en planta. Como tienen alturas de más de 7 metros se tendrá que trabajar por fases haciendo juntas constructivas.

Trabajaremos con fases de 4 metros; es decir, primero se encofrará una primera fase, se hormigonará y cuando ya hayamos llegado a la resistencia mínima se desencofrará y subiremos al siguiente módulo en el que se incluyen los dinteles.

Los equipos de trabajo que utilizaremos en esta actividad son: el equipo A y el equipo B para encofrar - desencofrar y hormigonar; el equipo 1 y el equipo 2 para la ferralla. La forma en que trabajarán será de manera conjunta, el equipo A con el equipo 2 y el equipo B con el equipo 1. Comenzaremos por el grupo NE con el equipo B y el equipo 1, los grupos de pilares constan de dos pilares y un dintel que se construyen en dos fases. En la pila NO trabajará el equipo A y el equipo de ferrallado 2 (estos dos equipos vienen de trabajar de la losa de transición del estribo 1) en las dos fases en que está dividida la pila. A partir de aquí las parejas de equipos irán intercambiando de manera sucesiva, de modo que mientras se ejecute una pila, la siguiente también se pueda ejecutar a la vez.

De esta manera podemos optimizar el tiempo y los equipos. A partir de la pila SC ya no habrá cambio, los equipos B y 1 que trabajaban en el grupo de pilares SO irán directamente a ejecutar el alzado del grupo SE para agilizar el proceso de construcción de este; por tanto, el equipo A y 2 trabajarán en la pila CE y CO.

Una vez que tenemos todas las pilas hormigonadas, con las correspondientes esperas de hierro que harán de conexión con el dintel, podemos empezar a encofrar y colocar el acero de este. Como plataforma de trabajo podemos utilizar uno de los módulos del (ya que normalmente se venden en dos módulos, paralelos a diferentes alturas). Una vez tenemos el dintel con el acero colocado y perfectamente encofrado (teniendo en cuenta el recubrimiento de 3.5cm para la clase de exposición XS1 ó III-a) ya podemos hormigonar con H-30. El hormigonado del dintel deberemos llevar a cabo mediante una bomba.

Por último, debemos hacer la consideración de que el desencofrado de las distintas fases de ejecución de la pila se llevará a cabo cuando se haya alcanzado la resistencia mínima requerida.

Al igual que las pilas, para los dinteles también utilizaremos el equipo A y B y el equipo 1 y 2 mencionados anteriormente alternando de manera sucesiva. Así pues, para el dintel de la pila 1 utilizaremos el equipo A de encofrar - desencofrar y hormigonar y el equipo 2 para las operaciones de ferralla; por el dintel de la pila NE utilizaremos el equipo B de encofrar - desencofrar y hormigonar y el equipo 1 para ferralla y así sucesivamente hasta la realización del dintel de la pila SO.

4.3 Losa de transición

Para la ejecución de la losa de transición es necesario el terraplenado de la parte inferior con tierras procedentes de préstamo, extendidas y compactadas según el Pliego de Prescripciones Técnicas y la colocación de una capa de 10 cm de hormigón de limpieza H- 100 para formar una superficie nivelada y uniforme donde se apoyará la losa. A continuación se realiza una comprobación topográfica donde se marcarán los puntos definitivos de su colocación; a continuación montamos el acero B500S utilizando separadores y respetando los recubrimientos mínimos. El encofrado se coloca de forma perimetral, se apuntala para dar resistencia y se procede al hormigonado con hormigón HA-30. Una vez alcanzada la resistencia mínima del hormigón se puede desencofrar.

Cada una de las dos losas que tenemos, referentes al estribo 1 y el estribo 2, las hemos ejecutado tras los correspondientes estribos. Es decir, después de haber ejecutado el estribo 1 y además haber impermeabilizado el paramento interior, colocado los elementos de drenaje y extendido las tierras de relleno, ejecutamos la losa. De manera análoga la losa de transición del estribo 2. Los equipos utilizados son: para la primera losa del equipo A y 2; y por la losa del segundo estribo del equipo B y 1.

5. EJECUCIÓN DEL TABLERO

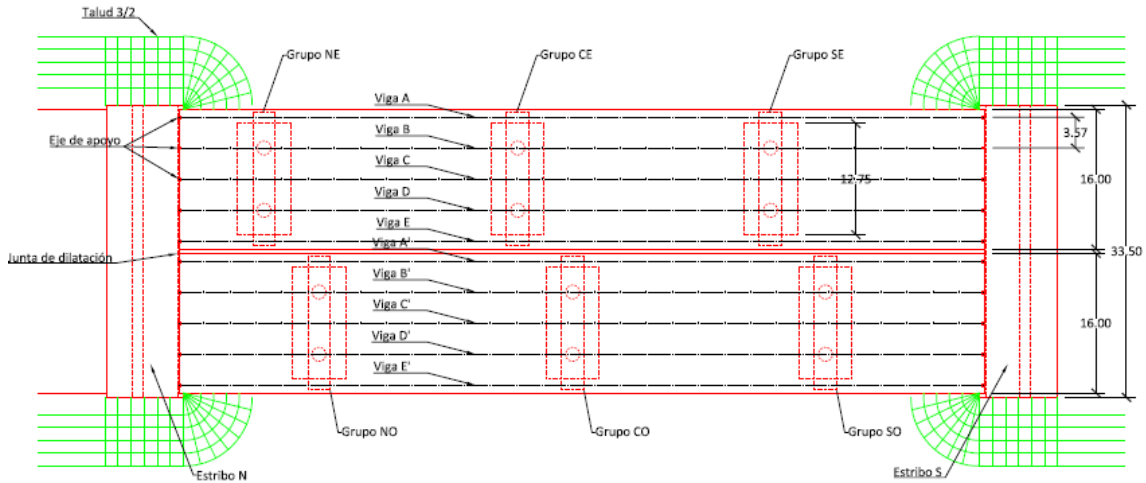
Antes de comenzar con la ejecución del tablero debemos llevar a cabo algunas actividades previas. Se han de colocar los neoprenos a cada uno de los dinteles teniendo en cuenta el transporte de las vigas del parque de prefabricación a la obra. Una vez tenemos colocados los neoprenos y la mitad de las vigas en la obra se empiezan a colocar. Finalmente, situaremos las prelosas que actúan a modo de encofrados perdidos.

Para comenzar la realización del tablero necesitaremos tener claro el orden de ejecución de los elementos, en nuestro caso hemos decidido empezar por el estribo Norte y avanzar hasta llegar al estribo Sur. Esto es así porque se prefiere aprovechar la explanada sobrante donde se colocará el parque de prefabricación y así avanzar de Norte a Sur.

Para la colocación de las 40 vigas pretensadas y prefabricadas necesitamos una grúa autopropulsada de 80 toneladas. Estas 40 vigas están distribuidas a lo largo de los 92.35 m de viaducto, en cuatro tramos, en cada tramo encontramos 5 vigas.

Esta es la nomenclatura de dichas vigas

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “



Y esta es la secuencia de colocación.

Secuencia de vigas
B
D
B'
D'
C
C'
A'
E'
A
E

Cabe destacar que la colocación de las vigas se efectuará en horario nocturno, cuando el paso de vehículos sea mínimo. Se realizarán los desvíos necesarios para garantizar la seguridad en todo momento.

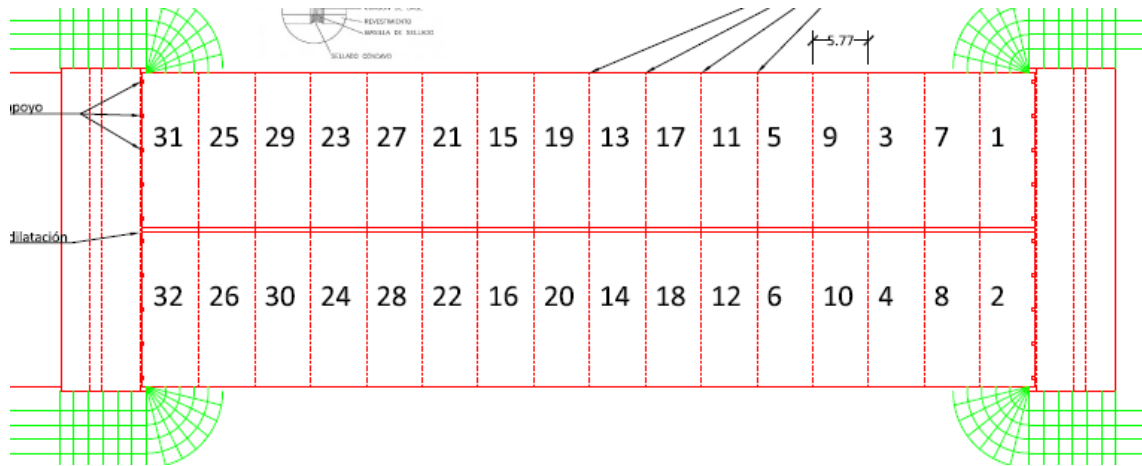
Para la realización del tablero como tal, primero y como habíamos apuntado en el primer párrafo del capítulo, montamos el encofrado perdido de losetas prefabricadas de hormigón de 6 cm de espesor, que estará formado por dos piezas en forma de "L" longitudinales a lo largo del tablero y piezas de entrevigado. Una vez tenemos una superficie uniforme pasamos a montar las barras de acero corrugadas de tipo B500S, formando las juntas de dilatación en los estribos Norte y Sur, así como colocando la armadura específica y el porexpan al resto de uniones entre pilas (losas de continuidad).

Para el hormigonado de la losa se ha decidido dividir la estructura en tramos de 5,7 metros en los que se realizarán juntas constructivas. Se va de Norte a Sur.

Es muy importante obtener un buen curado del hormigón para evitar la formación de fisuras en el tablero que harían peligrar la durabilidad y resistencia de la estructura.

La secuencia de hormigonado de la losa viene descrita en la siguiente imagen:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação “



El equipo que se encarga del ferrallado del tablero es el equipo 1 y de hormigonar el equipo A. Por drenaje del tablero es necesario la colocación de sumideros sifónicos de 200x200mm a lo largo de éste, colocamos un par al comienzo y al final del viaducto (una por calzada) y dos más a cada lado de la junta de dilatación Norte. Estas tienen una descarga vertical tubo de PVC de 63mm de diámetro.

6. PAVIMENTACIÓN

El dimensionamiento del pavimento se realiza basandose en el estudio del tráfico que pasa por la obra de paso. En dicho estudio de tráfico se ha obtenido una categoría de tráfico T0.

A partir de la categoría de tráfico obtenida dimensionamos las diferentes capas que conformarán el firme tanto del tablero como de la explanada.

Primero de todo empezaremos por la pavimentación de la explanada y seguidamente por la del tablero.

6.1 Pavimentación de la explanada

Para una categoría de tráfico T0 necesitamos un pavimento flexible; se realizará la estabilización de la explanada "in situ" para obtener un suelo estabilizado de tipo 3 (S-EST-3), de 30cm con suelo procedente de préstamo compactado al 100% del PM. A continuación colocamos una base de material zahorra artificial de 25 cm de espesor.

Es necesario realizar un riego de imprimación con una emulsión catiónica para unir la parte árida y la parte bituminosa.

La parte bituminosa del pavimento se compone de tres capas de mezcla bituminosa, primeramente extendemos una capa de 13 cm de espesor, una capa de tipo S-25 de 10cm de espesor y para terminar una capa de M de 3cm.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “

De manera análoga a la pavimentación del tablero es necesario el tendido de riegos de adherencia entre las diferentes capas de mezcla bituminosa y hemos utilizado unos 50 kg de betún asfáltico tipo B-60/70, por tonelada de mezcla bituminosa.

El equipo encargado de todos estos trabajos es el equipo de pavimentación.

6.2 Pavimentación del tablero

La pavimentación del tablero se realiza partiendo de la cota de acabado del hormigón; el primer paso es impermeabilizar con el tendido de una emulsión bituminosa catiónica.

A continuación colocamos una capa de mezcla bituminosa en caliente de tipo S-25 de 7cm de espesor, es necesario realizar un riego de adherencia antes de la colocar la siguiente capa de mezcla bituminosa, para garantizar su trabajo como un paquete uniforme. Como hemos dicho la pavimentación del tablero termina con la colocación de la última capa de mezcla bituminosa en caliente tipo PA-12 de 4cm de espesor.

Hay que decir que hemos utilizado unos 50 kg de betún asfáltico tipo B-60/70, por tonelada de mezcla bituminosa.

El equipo encargado de estos trabajos es el equipo de pavimentación.

7. ACABADOS

Llegados este punto sólo faltará realizar las actividades relacionadas con el levantamiento de la obra.

Una vez finalizada la pavimentación y drenaje del tablero pasamos a la colocación de la imposta prefabricada de hormigón armado con barandilla metálica de pasamano tubular, tipo PMC-210d que se extenderá durante los 92.35 m de largo de la obra de paso.

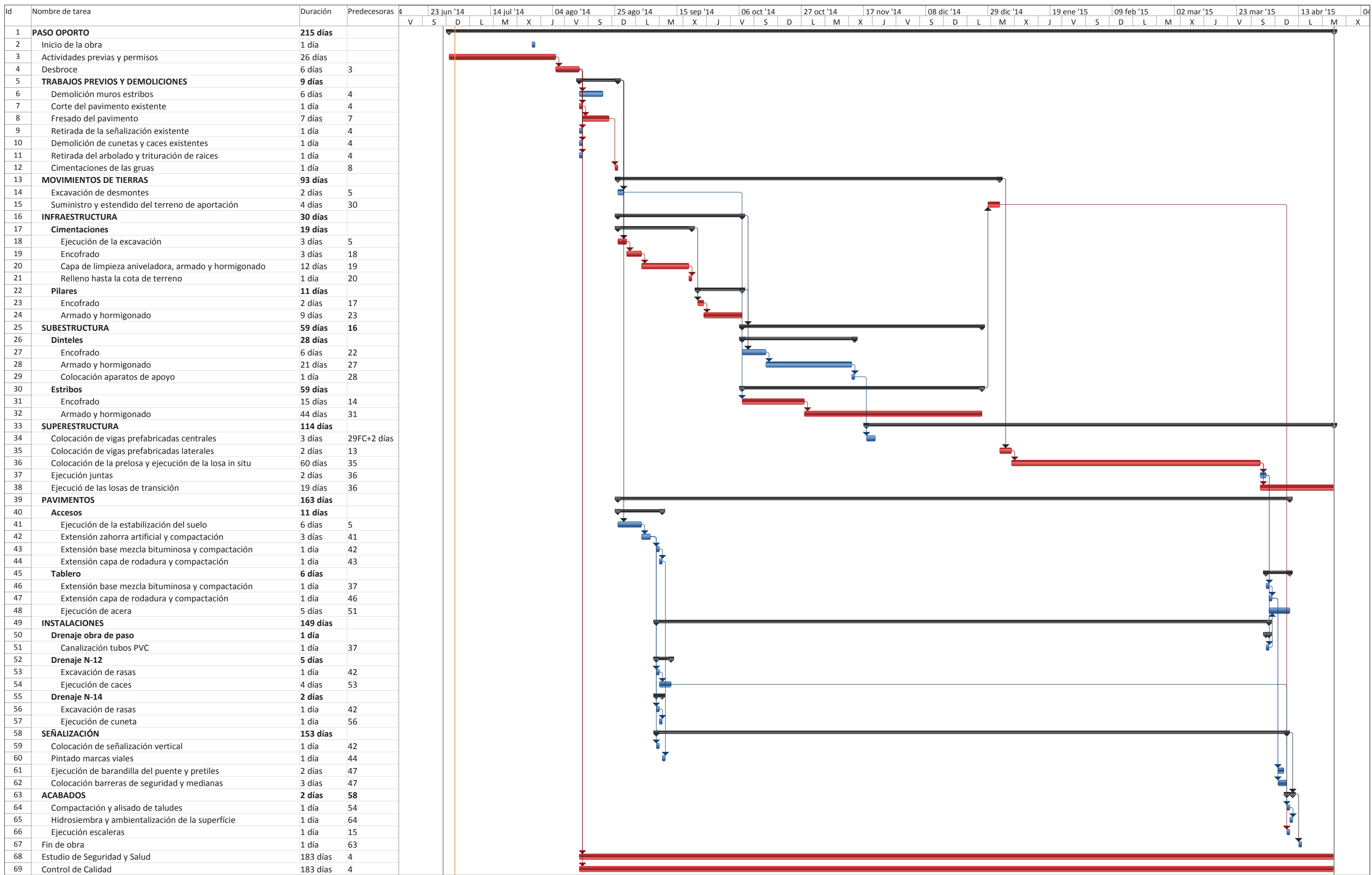
Se ha tenido en cuenta los tubos curvables corrugados de 110mm de diámetro para la canalización de los servicios.

El tramo de carretera acaba con la señalización tanto vertical (placa circular, soporte de acero para futuras señales de tráfico y hito kilométrico) como horizontal (fajas continuas de delimitación de carriles).

Para terminar se han tomado medidas correctoras del impacto ambiental causado en la zona, la colocación de una capa de tierra vegetal de 30 cm de espesor y la hidrosiembra del terreno en dos fases.

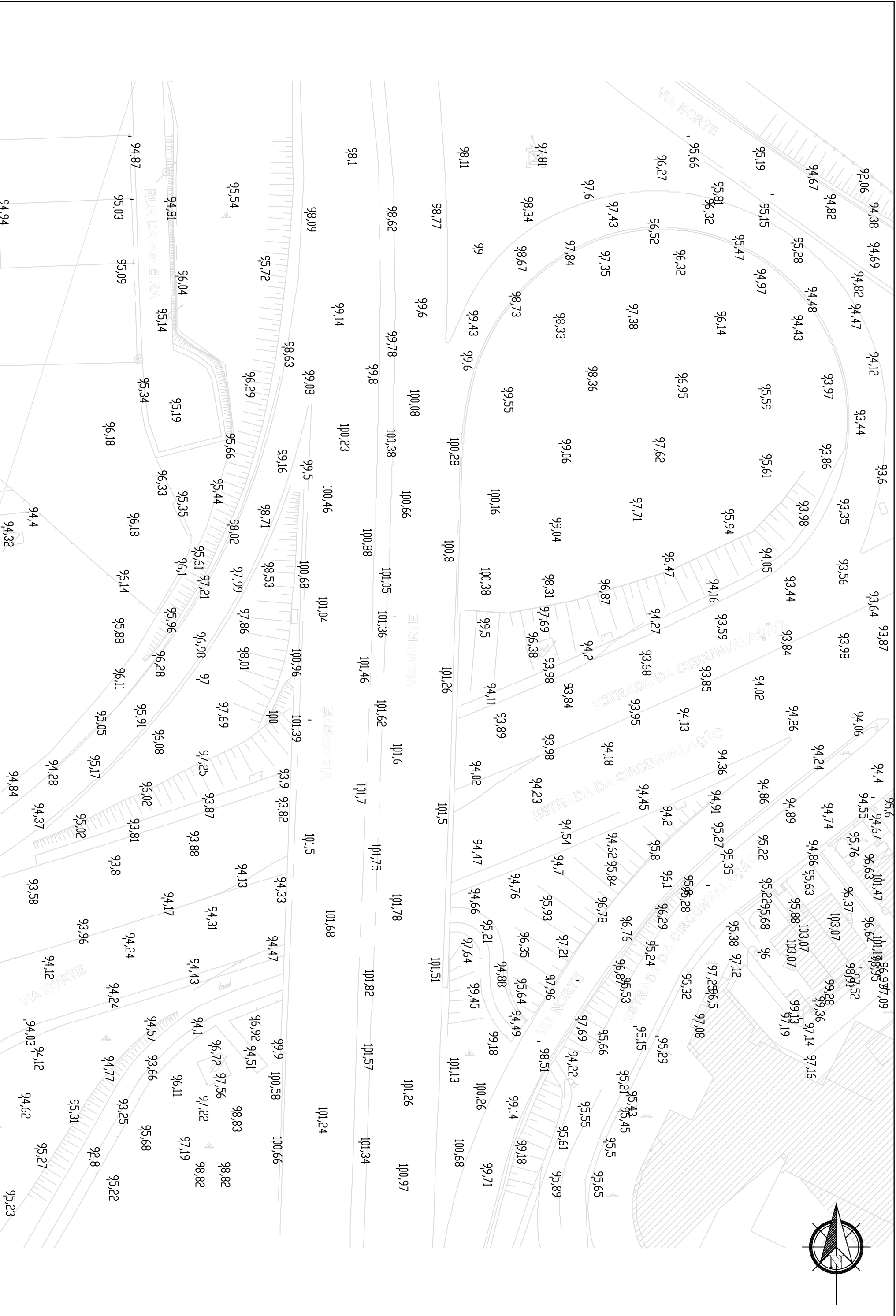
“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação “



Para terminar se hará la prueba de carga, una vez superada, se retirará la maquinaria y las instalaciones y se limpiará la obra llegando al final habiendo firmado el acta de recepción e inauguración.

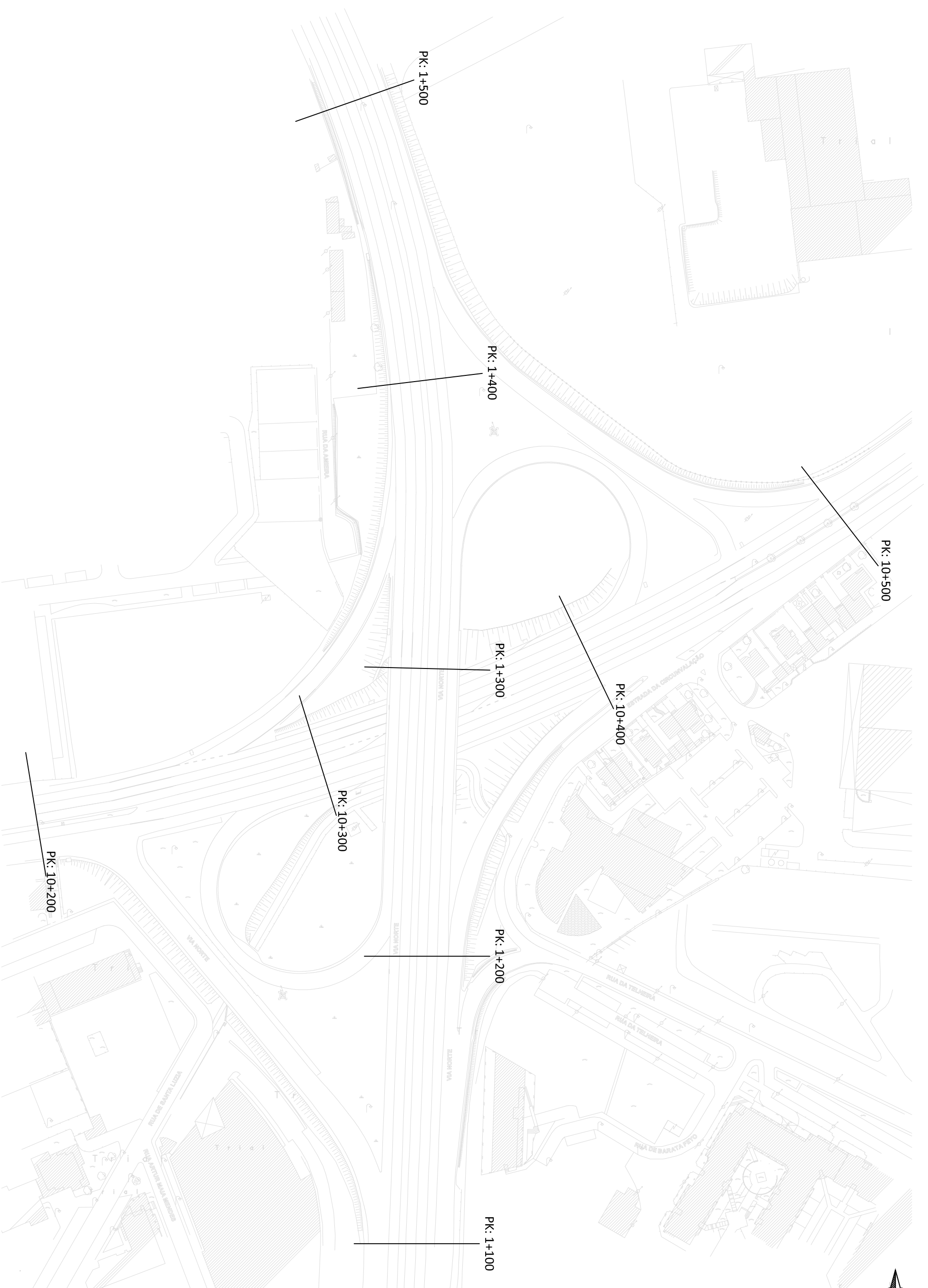


Proyecto: Paso Superior (Oporto)
Fecha: mié 02/07/14

Tarea		Resumen		Hito externo		Resumen inactivo		Tarea manual		Sólo el comienzo		Resumen manual		Fecha límite		División crítica		Progreso	
División		Resumen del proyecto		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo el fin		Resumen manual		Fecha límite		División crítica		Progreso			
Hito		Tareas externas		Hito inactivo		Sólo duración		Sólo el fin		Resumen manual		Fecha límite		División crítica		Progreso			



 	Escuela Técnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona UPC BARCELONATECH	Autor del proyecto Liam Albaladejo Kelly	Título del proyecto Nuevo paso superior en la "Vía Norte" sobre la "Rúa de Circunvalação"	Nombre del plano Altimetría Escala 1/500	Nº plano 4 Fecha Julio 2014
--	--	---	--	---	--



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona
UPC BARCELONATECH

Autor del proyecto
Liam Albaladejo Kelly

Título del proyecto
Nuevo paso superior en la "Vía Norte" sobre la "Rúa de Circunvalação"

Nombre del plano
Replanteo
Escala
1/1250

Nº plano
5
Fecha
Julio 2014

Justificación de elementos

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

MANO DE OBRA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
A0121000	h	Oficial 1a	23,30 €
A0122000	h	Oficial 1a paleta	23,30 €
A0123000	h	Oficial 1a encofrador	23,30 €
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	23,30 €
A0125000	h	Oficial 1a soldador	23,69 €
A012F000	h	Oficial 1a manyà	23,67 €
A012H000	h	Oficial 1a electricista	24,08 €
A012M000	h	Oficial 1a muntador	24,08 €
A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	23,77 €
A012P000	h	Oficial 1a jardiner	26,91 €
A0133000	h	Ajudant encofrador	20,68 €
A0134000	h	Ajudant ferrallista	20,68 €
A0135000	h	Ajudant soldador	20,76 €
A013F000	h	Ajudant manyà	20,76 €
A013H000	h	Ajudant electricista	20,65 €
A013M000	h	Ajudant muntador	20,68 €
A013N000	h	Ajudant obra pública	20,68 €
A013P000	h	Ajudant jardiner	23,89 €
A0140000	h	Manobre	19,47 €
A0150000	h	Manobre especialista	20,15 €
A01H2000	h	Oficial 1a per a seguretat i salut	23,77 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 2

MAQUINARIA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C1101200	h	Compresor amb dos martells pneumàtics	16,58 €
C1105A00	h	Retroexcavadora amb martell trencador	68,31 €
C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	2,93 €
C110F900	h	Fresadora per a paviment amb càrrega automàtica	92,39 €
C13113B0	h	Pala carregadora sobre cadenes d'11 a 17 t	86,18 €
C13113B1	h	Pala carregadora sobre cadenes d'11 a 17 t, amb escaficadora	86,18 €
C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	86,18 €
C1312350	h	Pala excavadora giratoria sobre pneumàtics de 21 a 25 t	97,13 €
C13124B0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenes de 21 a 30 t	111,01 €
C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	50,00 €
C1331100	h	Motoanivelladora petita	56,95 €
C1331200	h	Motoanivelladora mitjana	62,96 €
C1335080	h	Corró vibratori autopropulsat, de 8 a 10 t	50,44 €
C13350A0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 10 a 12 t	59,14 €
C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	66,20 €
C1501111	h	Camió grua per a treballs generals, neteja i transport d'eines de 3 t de càrrega, 7 m d'abast vertical, 5 d'abast horitzontal i 25 kNm de moment d'elevació	39,68 €
C1501700	h	Camió per a transport de 7 t	31,33 €
C1502D00	h	Camió cisterna de 6 m3	40,14 €
C1502E00	h	Camió cisterna de 8 m3	41,32 €
C1503000	h	Camió grua	44,62 €
C1503500	h	Camió grua de 5 t	46,97 €
C1504R00	h	Camió cistella de 10 m d'alçària com a màxim	38,97 €
C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	48,98 €
C150GA00	h	Grua autopropulsada de 24 t	63,88 €
C1701100	h	Camió amb bomba de formigonar	156,75 €
C1702D00	h	Camió cisterna per a reg asfàltic	28,42 €
C1704200	h	Mesclador continu per a morter preparat en sacs	1,44 €
C1705600	h	Formigonera de 165 l	1,77 €
C1709B00	h	Estenedora per a paviments de mescla bituminosa	53,99 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 3

MAQUINARIA

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C170D0A0	h	Corró vibratori per a formigons i betums autopropulsat pneumàtic	60,52 €
C170E000	h	Escombradora autopropulsada	41,62 €
C170H000	h	Màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment	10,69 €
C1B0UV10	h	Màquina per a pintar marcas vials, amb pintura termoplàstica	37,39 €
C1B0UV20	h	Equip de camió de 13 t amb calderes per a pintura termoplàstica	33,98 €
C1B0V100	h	Màquina per fresat de pintures de marca vial d'accionament manual	14,40 €
C200F000	h	Màquina taladradora	3,73 €
C200P000	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	3,12 €
C200S000	h	Equip i elements auxiliars per a tall oxiacetilènic	7,78 €
CR121600	h	Tractor amb braç triturador de soques de 69,9 a 94,9 kW (95 a 129CV), amb pneumàtics	61,40 €
CR713300	h	Hidrosembradora muntada sobre camió, amb dipòsit de 2500 l, amb bomba incorporada de 15 a 20 kW	35,50 €
CRE23000	h	Motoserra	3,11 €
CZ112000	h	Grup electrògen de 20 a 30 kVA	8,39 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 4

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B0111000	m3	Aigua	1,25 €
B0310020	t	Sorra de pedrera per a morters	19,18 €
B0311010	t	Sorra de pedrera de pedra calcària per a formigons	17,87 €
B0330020	t	Grava de pedrera, per a drens	18,60 €
B0331Q10	t	Grava de pedrera de pedra calcària, de grandària màxima 20 mm, per a formigons	16,81 €
B0372000	m3	Tot-u artificial	18,90 €
B03D6000	m3	Terra tolerable	4,05 €
B0512301	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 N segons UNE-EN 197-1, en sacs	101,29 €
B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	103,30 €
B0552100	ka	Emulsió bituminosa catiònica amb un 60% de betum asfàltic, per a reg d'adherència tipus C60B3/B4 ADH(ECR-1)	0,41 €
B0552300	ka	Emulsió bituminosa catiònica amb un 60% de betum asfàltic, per a reg de curat tipus C60B3/B4 CUR(ECR-1)	0,41 €
B0552460	ka	Emulsió bituminosa catiònica amb un 50% de betum asfàltic, per a reg d'imprimació tipus C50BF5 IMP(ECI) amb un contingut de fluidificant > 2%	0,43 €
B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	60,41 €
B064500C	m3	Formigó HM-20/P/40/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	55,93 €
B065760C	m3	Formigó HA-25/P/10/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 10 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	65,78 €
B065E60C	m3	Formigó HA-30/P/20/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	66,60 €
B065E76B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIa+E de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa+E	77,64 €
B065EH0B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	71,67 €
B06NLA2B	m3	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/20	58,83 €
B06NLA2C	m3	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/P/20	55,30 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 5

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B06NN11C	m3	Formigó d'ús no estructural de resistència a compressió 15 N/mm ² , consistència plàstica i grandària màxima del granulat 10 mm, HNE-15/P/10	57,99 €
B06NN14C	m3	Formigó d'ús no estructural de resistència a compressió 15 N/mm ² , consistència plàstica i grandària màxima del granulat 40 mm, HNE-15/P/40	55,05 €
B0710180	t	Morter per a ram de paleta, classe M 7,5 (7,5 N/mm ²), en sacs, de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	34,23 €
B0710250	t	Morter per a ram de paleta, classe M 5 (5 N/mm ²), a granel, de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	30,48 €
B0714000	ka	Morter sintètic de resines epoxi	3,50 €
B0710150FA36	t	Pasta d'unió amb base ciment per a la col·locació en tancaments o zones humides de maons de gran format, ref. HPHPUE de la serie Pastes d'unió de HISPALAM	160,00 €
B0907000	ka	Adhesiu de resines epoxi	4,04 €
B0A14200	ka	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	1,09 €
B0A14300	ka	Filferro recuit de diàmetre 3 mm	0,99 €
B0A216SG	m2	Tela metàl·lica de simple torsió de filferro galvanitzat de 50 mm de pas de malla i de D 2,7 mm	2,18 €
B0A31000	ka	Clau acer	1,15 €
B0A63H00	u	Tac químic de diàmetre 12 mm, amb cargol, volandera i femella	3,96 €
B0B2A000	ka	Acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm ²	0,61 €
B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,42 €
B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	211,79 €
B0D625A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 3 m d'alçària i 150 usos	8,56 €
B0D629A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 5 m d'alçària i 150 usos	20,54 €
B0D71120	m2	Tauler elaborat amb fusta de pi, de 22 mm de gruix, per a 5 usos	2,44 €
B0D81380	m2	Plafó metàl·lic de 50x60 cm per a 50 usos	1,07 €
B0D81480	m2	Plafó metàl·lic de 50x100 cm per a 50 usos	1,12 €
B0D81680	m2	Plafó metàl·lic de 50x250 cm per a 50 usos	1,24 €
B0DA1350	m2	Lloseta prefabricada de formigó pretesat de 0,7 m d'amplària i 6 cm de gruix	26,03 €
B0DB1720	m	Contrafort metàl·lic per a parament de mur, d'alçària 5 i 10 m i 200 usos	5,50 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 6

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B0DF2Y38	m2	Motlle circular de lamel·les metàl·liques, per a encofrar pilars de diàmetre 200 cm i fins a 10 m d'alçària, per a 50 usos	1,21 €
B0DZA000	l	Desencofrant	2,63 €
B0DZP400	u	Part proporcional d'elements auxiliars per a plafons metàl·lics, de 50x100 cm	0,33 €
B1526EL6	u	Muntant metàl·lic per a barana de seguretat, d'1 m d'alçària, per a allotjar en perforacions del sostre, per a 15 usos	1,27 €
B152U000	m	Malla de polietilè d'alta densitat color toronja per a tanques d'advertència o abalisament, d'1 m d'alçada, per a seguretat i salut	0,51 €
B2RA63G0	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus barrejats inerts amb una densitat 1,0 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170107 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	19,65 €
B2RA6680	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de metalls barrejats no especials amb una densitat 0,2 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170407 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	200,00 €
B2RA6960	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de paper i cartró no especials amb una densitat 0,04 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 150101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	0,00 €
B2RA71H0	t	Deposició controlada a dipòsit autoritzat de residus de formigó inerts amb una densitat 1,45 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	6,02 €
B2RA8770	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de plàstic no especials amb una densitat 0,035 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170203 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	0,00 €
B2RA8890	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de fusta no especials amb una densitat 0,19 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	32,00 €
B2RA8TD0	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de troncs i soques no especials amb una densitat 0,9 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	85,00 €
B2RA9SB0	t	Deposició controlada a planta de compostatge de residus vegetals nets no especials amb una densitat 0,5 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	45,00 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 7

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B2RA9TD0	t	Deposició controlada a planta de compostage de residus de troncs i soques no especials amb una densitat 0,9 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	85,00 €
B44Z502A	ka	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant	1,00 €
B4PA13FB	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T, de 20 a 30 m de llum, amb un moment d'inèrcia entre 30000000 i 50000000 cm4, i una secció entre 6000 i 7000 cm2	665,23 €
B4PQU001	m	Llosa d'escala prefabricada amb esglaonat de 35x15 cm, com a màxim, amb la superfície superior acabada amb corindó	36,75 €
B4PZC400	dm3	Neoprè armat per a recolzaments, de volum més de 6 dm3	14,43 €
B6A14XSB	u	Porta de dues fulles batents de 5x2 m de llum de pas d'acer galvanitzat en calent, amb bastidor de tub de 40x40x1,5 mm i malla electrosoldada de 200x50 mm de pas i 5 mm de gruix, muntants de tub de 100x100x2 mm, passador amb topall antiobertura, pern regulable, pany de cop i clau i pom, acabat galvanitzat i plastificat	425,86 €
B6AZ31E4	u	Pal intermedi de tub d'acer galvanitzat, de diàmetre 50 mm i d'alçària 2,35 m, amb platina	10,19 €
B6AZA1G4	u	Pal per a extrems, tensors o punts singulars de tub d'acer galvanitzat, de diàmetre 80 mm i d'alçària 2,35 m, amb platina	39,82 €
B7B111D0	m2	Geotèxtil format per feltre de polipropilè no teixit, lligat mecànicament de 140 a 190 g/m2	1,03 €
B7J19VX2	m	Perfil de neoprè armat amb membrana flexible per a un recorregut màxim de 50 mm per a junt de dilatació exterior	175,06 €
B96511D0	m	Vorada recta de formigó, monocapa, amb secció normalitzada per a vianants A1 de 20x14 cm, de classe climàtica B, classe resistent a l'abració H i classe resistent a flexió T (R-5 MPa), segons UNE-EN 1340	6,12 €
B9E11200	m2	Panot gris de 20x20x2,5 cm, classe 1a, preu alt	5,48 €
B9H11251	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 16 surf B 50/70 D, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria densa per a capa de trànsit i granulat granític	53,50 €
B9H11B51	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 bin B 50/70 S, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa intermèdia i granulat granític	51,91 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 8

MATERIALES

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
B9H1AG11	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 base B 15/25(13/22) S MAM de mòdul alt , amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa base i granulat granític	51,64 €
B9H31451	t	Mescla bituminosa discontinua en calent, per a capes de trànsit BBTM, 11A B 50/70 amb betum asfàltic de penetració i granulat granític	53,35 €
BB121AA0	m	Barana d'acer, amb passamà, travesser inferior, muntants cada 100 cm i brèndoles cada 12 cm, de 100 cm d'alçària	71,50 €
BB133SC4	m	Barana d'alumini lacat de seguretat prefabricada, amb muntants i travessers, de 100 a 120 cm d'alçària, amb fixacions mecàniques	70,21 €
BBA12000	ka	Pintura no reflectora per a senyalització	6,00 €
BBA1M000	ka	Microesferes de vidre	3,72 €
BBM11202	u	Placa triangular, de 90 cm amb làmina reflectora de nivell 1 d'intensitat	70,24 €
BBM12602	u	Placa circular, de diàmetre 60 cm amb làmina reflectora de nivell 1 d'intensitat	48,29 €
BD5AU040	m	Tub de PVC de drenatge, de diàmetre exterior 230 mm, sèrie D, segons normes BS 4962/82, AS 2439/1-81 i DIN 1187, unió mitjançant fitting de PVC	6,29 €
BDG15C72	m	Peça prefabricada de formigó per a cuneta de 40x10 cm amb canal corba a la cara superior	7,52 €
BG21RK10	m	Tub rígid de PVC, de 110 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 12 J, resistència a compressió de 250 N, d'1,8 mm de gruix	3,20 €
BG380900	m	Conductor de coure nu, unipolar de secció 1x35 mm ²	1,29 €
BGD14210	u	Piqueta de connexió a terra d'acer i recobriments de coure, de 2500 mm de llargària, de 14,6 mm de diàmetre, estàndard	7,78 €
BGW38000	u	Part proporcional d'accessoris per a conductors de coure nus	0,36 €
BGYD1000	u	Part proporcional d'elements especials per a piquetes de connexió a terra	4,04 €
BR34J000	ka	Bioactivador microbià	6,62 €
BR361100	ka	Estabilitzant sintètic de base acrílica	8,21 €
BR3A7000	ka	Adob mineral sòlid de fons, d'alliberament lent	6,09 €
BR3PAN00	ka	Encoixinament protector per a hidrosembres de fibra semicurta	0,92 €
BR4U1K00	ka	Barreja de llavors per a gespa tipus rústica de baix manteniment de lleguminoses amb gramínies, segons NTJ 07N	4,82 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 9

MATERIALES

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 10

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
D0391311	m3	Sorra-ciment, sense additius amb 200 kg/m3 de ciment pòrtland amb filler calcari i sorra de pedrera, elaborada a l'obra	Rend.: 1,000		72,51 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	1,050 /R	x 20,15000 =	21,15750	
				Subtotal...	21,15750	21,15750
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,750 /R	x 1,77000 =	1,32750	
				Subtotal...	1,32750	1,32750
Materials:						
B0310020	t	Sorra de pedrera per a morters	1,520	x 19,18000 =	29,15360	
B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,200	x 103,30000 =	20,66000	
				Subtotal...	49,81360	49,81360
				GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,21158
				COSTE DIRECTO		72,51018
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		72,51018
D060Q021	m3	Formigó de 225 kg/m3, amb una proporció en volum 1:3:6, amb ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R i granulat de pedra calcària de grandària màxima 20 mm, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l	Rend.: 1,000		84,59 €	
			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
Mano de obra:						
A0150000	h	Manobre especialista	1,100 /R	x 20,15000 =	22,16500	
				Subtotal...	22,16500	22,16500
Maquinaria:						
C1705600	h	Formigonera de 165 l	0,600 /R	x 1,77000 =	1,06200	
				Subtotal...	1,06200	1,06200
Materials:						
B0111000	m3	Aigua	0,180	x 1,25000 =	0,22500	
B0311010	t	Sorra de pedrera de pedra calcària per a formigons	0,650	x 17,87000 =	11,61550	
B0331Q10	t	Grava de pedrera de pedra calcària, de grandària màxima 20 mm, per a formigons	1,550	x 16,81000 =	26,05550	
B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,225	x 103,30000 =	23,24250	
				Subtotal...	61,13850	61,13850
				GASTOS AUXILIARES	1,00%	0,22165
				COSTE DIRECTO		84,58715
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		84,58715

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 11

ELEMENTOS COMPUESTOS

CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	
D0B2A100	ka	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic \geq 500 N/mm ²	Rend.: 1,000	
				0,87 €
			Unidades	Precio €
			Parcial	Importe
Mano de obra:				
A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,005 /R x 23,30000 =	0,11650
A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,005 /R x 20,68000 =	0,10340
			Subtotal...	0,21990
Materials:				
B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,0102 x 1,09000 =	0,01112
B0B2A000	kg	Acer en barres corrugades B500S de límit elàstic \geq 500 N/mm ²	1,050 x 0,61000 =	0,64050
			Subtotal...	0,65162
			GASTOS AUXILIARES 1,00%	0,00220
			COSTE DIRECTO	0,87372
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	0,87372

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 12

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	E222142A	m3	Excavació de rasa i pou de fins a 2 m de fondària, en terreny compacte (SPT 20-50), realitzada amb retroexcavadora i càrrega mecànica sobre camió	Rend.: 1,000 7,15 €
	Maquinaria:			
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	
			Unidades	Precio €
			0,143 /R x	50,00000 =
				Parcial
				Importe
			Subtotal...	7,15000
				7,15000
			COSTE DIRECTO	7,15000
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	7,15000
	E2R35035	m3	Transport de terres a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió de 7 t i temps d'espera per a la càrrega amb mitjans mecànics, amb un recorregut de més de 2 i fins a 5 km	Rend.: 1,000 3,13 €
	Maquinaria:			
	C1501700	h	Camió per a transport de 7 t	
			Unidades	Precio €
			0,100 /R x	31,33000 =
				Parcial
				Importe
			Subtotal...	3,13300
				3,13300
			COSTE DIRECTO	3,13300
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	3,13300
	E31521M3	m3	Formigó per a rases i pous de fonaments, HM-20/P/40/I, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 40 mm, abocat amb cubilot	Rend.: 1,000 70,22 €
	Mano de obra:			
	A0140000	h	Manobre	
			Unidades	Precio €
			0,440 /R x	19,47000 =
				Parcial
				Importe
			Subtotal...	8,56680
				8,56680
			COSTE DIRECTO	8,56680
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	8,56680
	Materiales:			
	B064500C	m3	Formigó HM-20/P/40/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 40 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	
			Unidades	Precio €
			1,100 x	55,93000 =
				Parcial
				Importe
			Subtotal...	61,52300
				61,52300
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,12850
			COSTE DIRECTO	70,21830
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	70,21830

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 13

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	E31B3000	ka	Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1,000			1,19 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,006 /R	x 23,30000 =	0,13980	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,008 /R	x 20,68000 =	0,16544	
					Subtotal...	0,30524	0,30524
	Materials:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,0051	x 1,09000 =	0,00556	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000	x 0,87372 =	0,87372	
					Subtotal...	0,87928	0,87928
					GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,00458
					COSTE DIRECTO		1,18910
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		1,18910
	E3Z112P1	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó HL-150/P/20 de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	Rend.: 1,000			10,54 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0122000	h	Oficial 1a paleta	0,075 /R	x 23,30000 =	1,74750	
	A0140000	h	Manobre	0,150 /R	x 19,47000 =	2,92050	
					Subtotal...	4,66800	4,66800
	Materials:						
	B06NLA2C	m3	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/P/20	0,105	x 55,30000 =	5,80650	
					Subtotal...	5,80650	5,80650
					GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,07002
					COSTE DIRECTO		10,54452
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		10,54452
	E4425025	ka	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura	Rend.: 1,000			1,73 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	0,015 /R	x 23,69000 =	0,35535	
	A0135000	h	Ajudant soldador	0,015 /R	x 20,76000 =	0,31140	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 14

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...		0,66675	0,66675
	Maquinaria:						
	C200P000	h	Equip i elements auxiliars per a soldadura elèctrica	0,015 /R x	3,12000 =	0,04680	
				Subtotal...		0,04680	0,04680
	Materiales:						
	B44Z502A	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb soldadura i amb una capa d'imprimació antioxidant	1,000 x	1,00000 =	1,00000	
				Subtotal...		1,00000	1,00000
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,01667
				COSTE DIRECTO			1,73022
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,73022
	EG380902	m	Conductor de coure nu, unipolar de secció 1x35 mm2, muntat superficialment	Rend.: 1,000			7,26 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012H000	h	Oficial 1a electricista	0,100 /R x	24,08000 =	2,40800	
	A013H000	h	Ajudant electricista	0,150 /R x	20,65000 =	3,09750	
				Subtotal...		5,50550	5,50550
	Materiales:						
	BG380900	m	Conductor de coure nu, unipolar de secció 1x35 mm2	1,020 x	1,29000 =	1,31580	
	BGW38000	u	Part proporcional d'accessoris per a conductors de coure nus	1,000 x	0,36000 =	0,36000	
				Subtotal...		1,67580	1,67580
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,08258
				COSTE DIRECTO			7,26388
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			7,26388
	EGD1421E	u	Piqueta de connexió a terra d'acer, amb recobriment de coure de gruix estàndard, de 2500 mm de llargària de 14,6 mm de diàmetre, clavada a terra	Rend.: 1,000			23,90 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012H000	h	Oficial 1a electricista	0,266 /R x	24,08000 =	6,40528	
	A013H000	h	Ajudant electricista	0,266 /R x	20,65000 =	5,49290	
				Subtotal...		11,89818	11,89818
	Materiales:						
	BGD14210	u	Piqueta de connexió a terra d'acer i recobriment de coure, de 2500 mm de llargària, de 14,6 mm de diàmetre, estàndard	1,000 x	7,78000 =	7,78000	
	BGYD1000	u	Part proporcional d'elements especials per a piquetes de connexió a terra	1,000 x	4,04000 =	4,04000	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 15

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...		11,82000	11,82000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,17847
				COSTE DIRECTO			23,89665
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			23,89665
	G7J11S02	m	Formació de caixetí per a junt de dilatació, amb arrencada de paviment flexible de tauler i repicat del fons amb mitjans mecànics	Rend.: 1,000			15,96 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0121000	h	Oficial 1a	0,300 /R x	23,30000 =	6,99000	
	A0140000	h	Manobre	0,300 /R x	19,47000 =	5,84100	
				Subtotal...		12,83100	12,83100
	Maquinaria:						
	C1101200	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	0,100 /R x	16,58000 =	1,65800	
	C170H000	h	Màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment	0,120 /R x	10,69000 =	1,28280	
				Subtotal...		2,94080	2,94080
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,19247
				COSTE DIRECTO			15,96427
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			15,96427
P- 1	37212615	m	Junt de dilatació amb formació de caixetí, arrencada de paviment flexible de tauler de 6 cm de fondària i 30 cm d'amplària, repicat del fons amb mitjans mecànics, base anivellament i transició de morter de resines epoxi i acabat de junt amb peça de neoprè armat amb membrana flexible de 50 mm de recorregut	Rend.: 1,000			330,23 €
	Partidas de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	G7J11S02	m	Formació de caixetí per a junt de dilatació, amb arrencada de paviment flexible de tauler i repicat del fons amb mitjans mecànics	1,000 x	15,96427 =	15,96427	
	G9Z65520	m	Acabat de junt de dilatació de paviment sobre estructura, amb perfil format amb material neoprè armat amb membrana flexible, de 50 mm de recorregut com a màxim, col·locat amb adhesiu i fixacions mecàniques	1,000 x	222,28582 =	222,28582	
	G9ZZ1100	l	Base d'anivellament i transició, amb morter de resines epoxi, col·locat manualment	12,900 x	7,13023 =	91,97997	
				Subtotal...		330,23006	330,23006
				COSTE DIRECTO			330,23006
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 16

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			330,23006
P- 2	712A1521	u	Fonament per a grua de formigó armat, de 5x5 m de costat i 1,5 m de fondària, amb excavació, formigó de neteja, formigó armat i piqueta de connexió a terra	Rend.: 1.000			4.890,52 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Partidas de obra:						
	E222142A	m3	Excavació de rasa i pou de fins a 2 m de fondària, en terreny compacte (SPT 20-50), realitzada amb retroexcavadora i càrrega mecànica sobre camió	38,750	x 7,15000 =	277,06250	
	E2R35035	m3	Transport de terres a instal·lació autoritzada de gestió de residus, amb camió de 7 t i temps d'espera per a la càrrega amb mitjans mecànics, amb un recorregut de més de 2 i fins a 5 km	46,500	x 3,13300 =	145,68450	
	E31521M3	m3	Formigó per a rases i pous de fonaments, HM-20/P/40/I, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 40 mm, abocat amb cubilot	37,500	x 70,21830 =	2.633,18625	
	E31B3000	kg	Armadura de rases i pous AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	1.125,000	x 1,18910 =	1.337,73750	
	E3Z112P1	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó HL-150/P/20 de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	25,000	x 10,54452 =	263,61300	
	E4425025	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a elements d'ancoratge formats per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura	100,000	x 1,73022 =	173,02200	
	EG380902	m	Conductor de coure nu, unipolar de secció 1x35 mm2, muntat superficialment	5,000	x 7,26388 =	36,31940	
	EGD1421E	u	Piqueta de connexió a terra d'acer, amb recobriments de coure de gruix estàndard, de 2500 mm de llargària de 14,6 mm de diàmetre, clavada a terra	1,000	x 23,89665 =	23,89665	
				Subtotal...		4.890,52180	4.890,52180
				COSTE DIRECTO			4.890,52180
				DESPESES INDIRECTES 0,00%			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			4.890,52180
P- 3	E4PQU001	m	Llosa d'escala prefabricada amb esglaonat de 35x15 cm, com a màxim, amb la superfície superior acabada amb corindó	Rend.: 1.000			78,60 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0122000	h	Oficial 1a paleta	0,400 /R	x 23,30000 =	9,32000	
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R	x 19,47000 =	7,78800	
				Subtotal...		17,10800	17,10800
	Maquinaria:						
	C150G800	h	Grua autopropulsada de 12 t	0,500 /R	x 48,98000 =	24,49000	
				Subtotal...		24,49000	24,49000
	Materiales:						
	B4PQU001	m	Llosa d'escala prefabricada amb esglaonat de 35x15 cm, com a màxim, amb la superfície superior acabada amb corindó	1,000	x 36,75000 =	36,75000	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 17

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...		36,75000	36,75000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,25662
				COSTE DIRECTO			78,60462
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			78,60462
P- 4	EB133SC4	m	Barana alumini lacat de seguretat prefabricada, amb muntants i travessers, de 100 a 120 cm d'alçària, col·locada amb fixacions mecàniques	Rend.: 1.000			94,27 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	0,230 /R	x 24,08000 =	5,53840	
	A013M000	h	Ajudant muntador	0,120 /R	x 20,68000 =	2,48160	
				Subtotal...		8,02000	8,02000
	Materials:						
	B0A63H00	u	Tac químic de diàmetre 12 mm, amb cargol, volandera i femella	4,000	x 3,96000 =	15,84000	
	BB133SC4	m	Barana d'alumini lacat de seguretat prefabricada, amb muntants i travessers, de 100 a 120 cm d'alçària, amb fixacions mecàniques	1,000	x 70,21000 =	70,21000	
				Subtotal...		86,05000	86,05000
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,20050
				COSTE DIRECTO			94,27050
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			94,27050
P- 5	F9J13J40	m2	Reg d'adherència amb emulsió bituminosa catiònica tipus C60B3/B4 ADH(ECR-1), amb dotació 1 kg/m2	Rend.: 1.000			0,56 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0150000	h	Manobre especialista	0,003 /R	x 20,15000 =	0,06045	
				Subtotal...		0,06045	0,06045
	Maquinaria:						
	C1702D00	h	Camió cisterna per a reg asfàltic	0,003 /R	x 28,42000 =	0,08526	
				Subtotal...		0,08526	0,08526
	Materials:						
	B0552100	kg	Emulsió bituminosa catiònica amb un 60% de betum asfàltic, per a reg d'adherència tipus C60B3/B4 ADH(ECR-1)	1,000	x 0,41000 =	0,41000	
				Subtotal...		0,41000	0,41000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00091
				COSTE DIRECTO			0,55662
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 18

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			0,55662
P- 6	FB121AAE	m	Barana d'acer, amb passamà, travesser inferior, muntants cada 100 cm i brèndoles cada 12 cm, de 100 cm d'alçària, ancorada a l'obra amb morter	Rend.: 1.000			96,96 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0122000	h	Oficial 1a paleta	0,300 /R	x 23,30000 =	6,99000	
	A012F000	h	Oficial 1a manyà	0,400 /R	x 23,67000 =	9,46800	
	A013F000	h	Ajudant manyà	0,200 /R	x 20,76000 =	4,15200	
	A0140000	h	Manobre	0,200 /R	x 19,47000 =	3,89400	
					Subtotal...	24,50400	24,50400
	Materiales:						
	B0710180	t	Morter per a ram de paleta, classe M 7,5 (7,5 N/mm2), en sacs, de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	0,010	x 34,23000 =	0,34230	
	BB121AA0	m	Barana d'acer, amb passamà, travesser inferior, muntants cada 100 cm i brèndoles cada 12 cm, de 100 cm d'alçària	1,000	x 71,50000 =	71,50000	
					Subtotal...	71,84230	71,84230
					GASTOS AUXILIARES 2,50%		0,61260
					COSTE DIRECTO		96,95890
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		96,95890
P- 7	G2135323	m3	Enderroc de mur de contenció de formigó armat, amb compressor i càrrega manual i mecànica de runa sobre camió	Rend.: 1.000			51,65 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	0,400 /R	x 23,69000 =	9,47600	
	A0140000	h	Manobre	0,500 /R	x 19,47000 =	9,73500	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,800 /R	x 20,15000 =	16,12000	
					Subtotal...	35,33100	35,33100
	Maquinaria:						
	C1101200	h	Compresor amb dos martells pneumàtics	0,400 /R	x 16,58000 =	6,63200	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,121 /R	x 50,00000 =	6,05000	
	C200S000	h	Equip i elements auxiliars per a tall oxiacetilènic	0,400 /R	x 7,78000 =	3,11200	
					Subtotal...	15,79400	15,79400
					GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,52997
					COSTE DIRECTO		51,65497
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		51,65497

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 19

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO					
P- 8	G219Q105	m	Tall amb serra de disc de paviment de mescles bituminoses o formigó, fins a una fondària de 20 cm	Rend.: 1,000			3,46 €		
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe		
				Mano de obra:					
				A0121000	h	Oficial 1a	0,060 /R x	23,30000 =	1,39800
				A0150000	h	Manobre especialista	0,060 /R x	20,15000 =	1,20900
				Maquinaria:					
				C110A0G0	h	Dipòsit d'aire comprimit de 180 m3/h	0,060 /R x	2,93000 =	0,17580
				C170H000	h	Màquina tallajunts amb disc de diamant per a paviment	0,060 /R x	10,69000 =	0,64140
				Subtotal...					2,60700
				Subtotal...					0,81720
GASTOS AUXILIARES			1,50%		0,03911				
COSTE DIRECTO					3,46331				
DESPESES INDIRECTES			0,00%						
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					3,46331				
P- 9	G219Q200	m2	Fresat per cm de gruix de paviment de mescles bituminoses i càrrega sobre camió	Rend.: 1,000			0,38 €		
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe		
				Mano de obra:					
				A0121000	h	Oficial 1a	0,0015 /R x	23,30000 =	0,03495
				A0150000	h	Manobre especialista	0,003 /R x	20,15000 =	0,06045
				Maquinaria:					
				C110F900	h	Fresadora per a paviment amb càrrega automàtica	0,0015 /R x	92,39000 =	0,13859
				C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,001 /R x	86,18000 =	0,08618
				C170E000	h	Escombradora autopropulsada	0,0015 /R x	41,62000 =	0,06243
				Subtotal...					0,09540
Subtotal...					0,28720				
GASTOS AUXILIARES			1,50%		0,00143				
COSTE DIRECTO					0,38403				
DESPESES INDIRECTES			0,00%						
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL					0,38403				
P- 10	G21B1101	m	Desmuntatge de barrera de seguretat flexible i demolició d'ancoratges clavats a terra i situats cada 8 m, amb mitjans mecànics i càrrega sobre camió	Rend.: 1,000			5,22 €		
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe		
				Mano de obra:					
				A0121000	h	Oficial 1a	0,050 /R x	23,30000 =	1,16500
				A0140000	h	Manobre	0,160 /R x	19,47000 =	3,11520
Subtotal...					4,28020				
Subtotal...					4,28020				

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 20

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
P- 11	Maquinaria:							
	C1312350	h	Pala excavadora giratoria sobre pneumàtics de 21 a 25 t	0,009 /R	x	97,13000 =	0,87417	
						Subtotal...	0,87417	
						GASTOS AUXILIARES	1,50%	
						COSTE DIRECTO	5,21857	
						DESPESES INDIRECTES	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	5,21857	
	G21B4001	u	Desmuntatge i càrrega sobre camió de senyal vertical de trànsit existent, de qualsevol tipus, inclòs suports i demolició de fonamentacions			Rend.: 1.000	31,78 €	
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:							
	A0121000	h	Oficial 1a	0,350 /R	x	23,30000 =	8,15500	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,500 /R	x	20,15000 =	10,07500	
						Subtotal...	18,23000	
	Maquinaria:							
	C1105A00	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,067 /R	x	68,31000 =	4,57677	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,0566 /R	x	50,00000 =	2,83000	
	C1503500	h	Camió grua de 5 t	0,067 /R	x	46,97000 =	3,14699	
	C200S000	h	Equip i elements auxiliars per a tall oxiacetilènic	0,350 /R	x	7,78000 =	2,72300	
					Subtotal...	13,27676		
					GASTOS AUXILIARES	1,50%		
					COSTE DIRECTO	31,78021		
					DESPESES INDIRECTES	0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	31,78021		
P- 12	G21D0001	m	Demolición de caces de 25x40 cm con paredes de 10 cm de grosor, con retroexcavadora con martillo rompedor y carga sobre camión			Rend.: 1.000	3,62 €	
				Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Maquinaria:							
	C1105A00	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,029 /R	x	68,31000 =	1,98099	
	C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,019 /R	x	86,18000 =	1,63742	
						Subtotal...	3,61841	
						COSTE DIRECTO	3,61841	
						DESPESES INDIRECTES	0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	3,61841	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 21

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 13	G21D5PQB	m	Demolició de cuneta triangular de formigó de fins a 50 cm d'amplària, amb parets de 15 cm de gruix, amb retroexcavadora amb martell trencador i càrrega sobre camió	Rend.: 1.000			3,40 €
	Maquinaria:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	C1105A00	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,027 /R x	68,31000 =	1,84437	
	C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,018 /R x	86,18000 =	1,55124	
			Subtotal...			3,39561	3,39561
			COSTE DIRECTO				3,39561
			DESPESES INDIRECTES 0,00%				
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				3,39561
P- 14	G21R11A0	u	Tala controlada directa d'arbre de 6 a 10 m d'alçària, deixant la soca a la vista, aplec de la brossa generada i càrrega sobre camió grua amb pinça, i transport de la mateixa a planta de compostatge (no mes lluny de 20 km)	Rend.: 1.000			106,03 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012P000	h	Oficial 1a jardiner	0,440 /R x	26,91000 =	11,84040	
	A013P000	h	Ajudant jardiner	0,440 /R x	23,89000 =	10,51160	
			Subtotal...			22,35200	22,35200
	Maquinaria:						
	C1503000	h	Camió grua	1,000 /R x	44,62000 =	44,62000	
	CRE23000	h	Motoserra	0,440 /R x	3,11000 =	1,36840	
			Subtotal...			45,98840	45,98840
	Materiales:						
	B2RA9SB0	t	Deposició controlada a planta de compostatge de residus vegetals nets no especials amb una densitat 0,5 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	0,150 x	45,00000 =	6,75000	
	B2RA9TD0	t	Deposició controlada a planta de compostatge de residus de troncs i soques no especials amb una densitat 0,9 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	0,360 x	85,00000 =	30,60000	
			Subtotal...			37,35000	37,35000
			GASTOS AUXILIARES 1,50%				0,33528
			COSTE DIRECTO				106,02568
			DESPESES INDIRECTES 0,00%				
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				106,02568

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 22

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 15	G21R4090	u	Trituració de soca soterrada de 60 a 100 cm de perímetre amb tractor amb braç triturador de soques	Rend.: 1,000			44,54 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A013P000	h	Ajudant jardiner	0,520 /R x	23,89000 =	12,42280	
					Subtotal...	12,42280	12,42280
	Maquinaria:						
	CR121600	h	Tractor amb braç triturador de soques de 69,9 a 94,9 kW (95 a 129CV), amb pneumàtics	0,520 /R x	61,40000 =	31,92800	
					Subtotal...	31,92800	31,92800
					GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,18634
					COSTE DIRECTO		44,53714
					DESPESES INDIRECTES	0,00%	
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		44,53714
P- 16	G2212101	m3	Excavació en zona de desmunt, de terreny compacte, amb mitjans mecànics i càrrega sobre camió	Rend.: 1,000			2,52 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R x	19,47000 =	0,19470	
					Subtotal...	0,19470	0,19470
	Maquinaria:						
	C13113B0	h	Pala carregadora sobre cadenes d'11 a 17 t	0,027 /R x	86,18000 =	2,32686	
					Subtotal...	2,32686	2,32686
					GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,00292
					COSTE DIRECTO		2,52448
					DESPESES INDIRECTES	0,00%	
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		2,52448
P- 17	G2223Q21	m3	Excavació de fonaments sense rampa d'accés, fins a 4 m de fondària i més de 2 m d'amplària, en terreny compacte, amb mitjans mecànics, i càrrega sobre camió	Rend.: 1,000			9,61 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,050 /R x	19,47000 =	0,97350	
					Subtotal...	0,97350	0,97350
	Maquinaria:						
	C13113B0	h	Pala carregadora sobre cadenes d'11 a 17 t	0,100 /R x	86,18000 =	8,61800	
					Subtotal...	8,61800	8,61800

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 23

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO												
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">GASTOS AUXILIARES</td> <td style="width: 20%;">1,50%</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">0,01460</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> <td style="text-align: right;">9,60610</td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES</td> <td>0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td></td> <td style="text-align: right;">9,60610</td> </tr> </table>	GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01460	COSTE DIRECTO		9,60610	DESPESES INDIRECTES	0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		9,60610
GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01460														
COSTE DIRECTO		9,60610														
DESPESES INDIRECTES	0,00%															
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		9,60610														
P- 18	G2225121	m3	Excavació de rasa de fins a 1 m d'amplària i fins a 2 m de fondària, en terreny compacte, amb retroexcavadora i amb les terres deixades a la vora	Rend.: 1,000 7,43 €												
	Mano de obra:															
	A0140000	h	Manobre	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Unidades</td> <td style="width: 20%;">Precio €</td> <td style="width: 20%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,040 /R</td> <td>x 19,47000 =</td> <td>0,77880</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subtotal...</td> <td style="text-align: right;">0,77880</td> <td style="text-align: right;">0,77880</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €	Parcial	Importe	0,040 /R	x 19,47000 =	0,77880		Subtotal...		0,77880	0,77880
Unidades	Precio €	Parcial	Importe													
0,040 /R	x 19,47000 =	0,77880														
Subtotal...		0,77880	0,77880													
	Maquinaria:															
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Unidades</td> <td style="width: 20%;">Precio €</td> <td style="width: 20%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,1328 /R</td> <td>x 50,00000 =</td> <td>6,64000</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subtotal...</td> <td style="text-align: right;">6,64000</td> <td style="text-align: right;">6,64000</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €	Parcial	Importe	0,1328 /R	x 50,00000 =	6,64000		Subtotal...		6,64000	6,64000
Unidades	Precio €	Parcial	Importe													
0,1328 /R	x 50,00000 =	6,64000														
Subtotal...		6,64000	6,64000													
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">GASTOS AUXILIARES</td> <td style="width: 20%;">1,50%</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">0,01168</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> <td style="text-align: right;">7,43048</td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES</td> <td>0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td></td> <td style="text-align: right;">7,43048</td> </tr> </table>	GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01168	COSTE DIRECTO		7,43048	DESPESES INDIRECTES	0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		7,43048
GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,01168														
COSTE DIRECTO		7,43048														
DESPESES INDIRECTES	0,00%															
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		7,43048														
P- 19	G2241010	m2	Acabat i allisada de talussos, amb mitjans mecànics	Rend.: 1,000 1,64 €												
	Mano de obra:															
	A0140000	h	Manobre	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Unidades</td> <td style="width: 20%;">Precio €</td> <td style="width: 20%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,022 /R</td> <td>x 19,47000 =</td> <td>0,42834</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subtotal...</td> <td style="text-align: right;">0,42834</td> <td style="text-align: right;">0,42834</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €	Parcial	Importe	0,022 /R	x 19,47000 =	0,42834		Subtotal...		0,42834	0,42834
Unidades	Precio €	Parcial	Importe													
0,022 /R	x 19,47000 =	0,42834														
Subtotal...		0,42834	0,42834													
	Maquinaria:															
	C13124B0	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenes de 21 a 30 t	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Unidades</td> <td style="width: 20%;">Precio €</td> <td style="width: 20%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,0109 /R</td> <td>x 111,01000 =</td> <td>1,21001</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Subtotal...</td> <td style="text-align: right;">1,21001</td> <td style="text-align: right;">1,21001</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €	Parcial	Importe	0,0109 /R	x 111,01000 =	1,21001		Subtotal...		1,21001	1,21001
Unidades	Precio €	Parcial	Importe													
0,0109 /R	x 111,01000 =	1,21001														
Subtotal...		1,21001	1,21001													
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">GASTOS AUXILIARES</td> <td style="width: 20%;">1,50%</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">0,00643</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> <td style="text-align: right;">1,64478</td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES</td> <td>0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td></td> <td style="text-align: right;">1,64478</td> </tr> </table>	GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,00643	COSTE DIRECTO		1,64478	DESPESES INDIRECTES	0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		1,64478
GASTOS AUXILIARES	1,50%	0,00643														
COSTE DIRECTO		1,64478														
DESPESES INDIRECTES	0,00%															
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		1,64478														
P- 20	G2261211	m3	Estesa i piconatge de sòl tolerable de l'obra, en tongades de 50 cm de gruix, com a màxim, amb compactació del 95 % PM, utilitzant corró vibratori autopropulsat, i amb necessitat d'humectació	Rend.: 1,000 2,49 €												
	Maquinaria:															
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">Unidades</td> <td style="width: 20%;">Precio €</td> <td style="width: 20%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €	Parcial	Importe								
Unidades	Precio €	Parcial	Importe													

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 24

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,009 /R	x	86,18000 =	0,77562
	C1331200	h	Motoanivelladora mitjana	0,007 /R	x	62,96000 =	0,44072
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,014 /R	x	66,20000 =	0,92680
	C1502D00	h	Camión cisterna de 6 m3	0,007 /R	x	40,14000 =	0,28098
			Subtotal...				2,42412
							2,42412
	Materiales:						
	B0111000	m3	Aigua	0,050	x	1,25000 =	0,06250
			Subtotal...				0,06250
							0,06250
			COSTE DIRECTO				2,48662
			DESPESES INDIRECTES		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				2,48662
P- 21	G228L10F	m3	Rebliment i piconatge de rasa d'amplària més de 2 m, amb material tolerable de la pròpia excavació, en tongades de gruix de fins a 25 cm, utilitzant corró vibratori per a compactar, amb compactació del 95 % PM			Rend.: 1.000	6,37 €
	Maquinaria:						
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,072 /R	x	50,00000 =	3,60000
	C1335080	h	Corró vibratori autopropulsat, de 8 a 10 t	0,055 /R	x	50,44000 =	2,77420
			Subtotal...				6,37420
							6,37420
			COSTE DIRECTO				6,37420
			DESPESES INDIRECTES		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				6,37420
P- 22	G22D3011	m2	Esbrossada del terreny de més de 2 m, amb mitjans mecànics i càrrega mecànica sobre camió			Rend.: 1.000	0,56 €
	Maquinaria:						
	C1311440	h	Pala carregadora sobre pneumàtics de 15 a 20 t	0,0065 /R	x	86,18000 =	0,56017
			Subtotal...				0,56017
							0,56017
			COSTE DIRECTO				0,56017
			DESPESES INDIRECTES		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				0,56017

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 25

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 23	G2A16000	m3	Subministrament de terra tolerable d'aportació	Rend.: 1,000 4,05 €
	Materiales:			Importe
	B03D6000	m3	Terra tolerable	Unidades Precio € Parcial
				1,000 x 4,05000 = 4,05000
				Subtotal... 4,05000
				COSTE DIRECTO 4,05000
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL 4,05000
P- 24	G2R24200	m3	Classificació a peu d'obra de residus de construcció o demolició en fraccions segons REAL DECRETO 105/2008, amb mitjans manuals	Rend.: 1,000 19,76 €
	Mano de obra:			Importe
	A0140000	h	Manobre	Unidades Precio € Parcial
				1,000 /R x 19,47000 = 19,47000
				Subtotal... 19,47000
				GASTOS AUXILIARES 1,50% 0,29205
				COSTE DIRECTO 19,76205
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL 19,76205
P- 25	G2RA63G0	m3	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus barrejats inerts amb una densitat 1,0 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170107 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1,000 19,65 €
	Materiales:			Importe
	B2RA63G0	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus barrejats inerts amb una densitat 1,0 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170107 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Unidades Precio € Parcial
				1,000 x 19,65000 = 19,65000
				Subtotal... 19,65000
				COSTE DIRECTO 19,65000
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL 19,65000

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 26

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 26	G2RA6680	m3	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de metalls barrejats no especials amb una densitat 0,2 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170407 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 40,00 €
	Materiales:			
	B2RA6680	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de metalls barrejats no especials amb una densitat 0,2 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170407 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	
			Unidades	Precio €
			0,200	x -200,00000 =
				Parcial
				Importe
				-40,00000
			Subtotal...	-40,00000
				-40,00000
			COSTE DIRECTO	-40,00000
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	-40,00000
P- 27	G2RA6960	m3	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de paper i cartró no especials amb una densitat 0,04 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 150101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 0,00 €
	Materiales:			
	B2RA6960	t	Deposició controlada a centre de reciclatge de residus de paper i cartró no especials amb una densitat 0,04 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 150101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	
			Unidades	Precio €
			0,040	x =
				Parcial
				Importe
			Subtotal...	
			COSTE DIRECTO	
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	
P- 28	G2RA71H0	m3	Deposició controlada a dipòsit autoritzat de residus de formigó inerts amb una densitat 1,45 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 8,73 €
	Materiales:			
	B2RA71H0	t	Deposició controlada a dipòsit autoritzat de residus de formigó inerts amb una densitat 1,45 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170101 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	
			Unidades	Precio €
			1,450	x 6,02000 =
				Parcial
				Importe
				8,72900
			Subtotal...	8,72900
				8,72900

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 27

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO															
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="text-align: right;">8,72900</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td style="text-align: right;">8,72900</td> </tr> </table>		8,72900	COSTE DIRECTO		DESPESES INDIRECTES 0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	8,72900							
	8,72900																		
COSTE DIRECTO																			
DESPESES INDIRECTES 0,00%																			
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	8,72900																		
P- 29	G2RA8770	m3	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de plàstic no especials amb una densitat 0,035 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170203 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 0,00 €															
	Materials:																		
	B2RA8770	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de plàstic no especials amb una densitat 0,035 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170203 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Unidades</td> <td style="width: 10%;">Precio €</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,035</td> <td>x</td> <td>=</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">Subtotal...</td> <td></td> </tr> </table>	Unidades	Precio €		Parcial	Importe	0,035	x	=			Subtotal...				
Unidades	Precio €		Parcial	Importe															
0,035	x	=																	
Subtotal...																			
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="text-align: right;">6,08000</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td style="text-align: right;">6,08000</td> </tr> </table>		6,08000	COSTE DIRECTO		DESPESES INDIRECTES 0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	6,08000							
	6,08000																		
COSTE DIRECTO																			
DESPESES INDIRECTES 0,00%																			
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	6,08000																		
P- 30	G2RA8890	m3	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de fusta no especials amb una densitat 0,19 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 6,08 €															
	Materials:																		
	B2RA8890	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de fusta no especials amb una densitat 0,19 t/m3, procedents de construcció o demolició, amb codi 170201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Unidades</td> <td style="width: 10%;">Precio €</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> <tr> <td>0,190</td> <td>x</td> <td>32,00000 =</td> <td>6,08000</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">Subtotal...</td> <td>6,08000</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €		Parcial	Importe	0,190	x	32,00000 =	6,08000		Subtotal...				6,08000
Unidades	Precio €		Parcial	Importe															
0,190	x	32,00000 =	6,08000																
Subtotal...				6,08000															
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;"></td> <td style="text-align: right;">6,08000</td> </tr> <tr> <td>COSTE DIRECTO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DESPESES INDIRECTES 0,00%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>COSTE EJECUCIÓN MATERIAL</td> <td style="text-align: right;">6,08000</td> </tr> </table>		6,08000	COSTE DIRECTO		DESPESES INDIRECTES 0,00%		COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	6,08000							
	6,08000																		
COSTE DIRECTO																			
DESPESES INDIRECTES 0,00%																			
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	6,08000																		
P- 31	G2RA8TD0	m3	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de troncs i soques no especials amb una densitat 0,9 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	Rend.: 1.000 76,50 €															
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Unidades</td> <td style="width: 10%;">Precio €</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Parcial</td> <td style="width: 10%;">Importe</td> </tr> </table>	Unidades	Precio €		Parcial	Importe										
Unidades	Precio €		Parcial	Importe															

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 28

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	Materiales:			
	B2RA8TD0	t	Deposició controlada a centre de selecció i transferència de residus de troncs i soques no especials amb una densitat 0,9 t/m3, procedents de poda o sega, amb codi 200201 segons la Llista Europea de Residus (ORDEN MAM/304/2002)	0,900 x 85,00000 = 76,50000
			Subtotal...	76,50000
			COSTE DIRECTO	76,50000
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	76,50000
P- 32	G31512B1	m3	Formigó per a fonaments, HA-25/P/10/IIa, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 10 mm, abocat des de camió	Rend.: 1,000 72,04 €
	Mano de obra:			
	A0140000	h	Manobre	Unidades Precio € Parcial Importe 0,250 /R x 19,47000 = 4,86750
			Subtotal...	4,86750
	Materiales:			
	B065760C	m3	Formigó HA-25/P/10/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 10 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	1,020 x 65,78000 = 67,09560
			Subtotal...	67,09560
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,07301
			COSTE DIRECTO	72,03611
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	72,03611
P- 33	G3F51BG1	m3	Formigó per a sabates, HA-30/P/20/IIa, de consistència plàstica i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	Rend.: 1,000 80,46 €
	Mano de obra:			
	A0140000	h	Manobre	Unidades Precio € Parcial Importe 0,600 /R x 19,47000 = 11,68200
			Subtotal...	11,68200
	Materiales:			
	B065E60C	m3	Formigó HA-30/P/20/IIa de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 275 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa	1,030 x 66,60000 = 68,59800
			Subtotal...	68,59800
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,17523
			COSTE DIRECTO	80,45523
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 29

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			80,45523
P- 34	G3FB3200	ka	Armadura per a sabates AP500 S en barres de diàmetre superior a 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1.000			1,12 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,005 /R	x 23,30000 =	0,11650	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,006 /R	x 20,68000 =	0,12408	
					Subtotal...	0,24058	0,24058
	Materiales:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,0061	x 1,09000 =	0,00665	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulat a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000	x 0,87372 =	0,87372	
					Subtotal...	0,88037	0,88037
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00361
				COSTE DIRECTO			1,12456
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,12456
P- 35	G3FD1000	m2	Encofrat amb plafó metàl·lic per a sabates	Rend.: 1.000			22,35 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,400 /R	x 23,30000 =	9,32000	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,450 /R	x 20,68000 =	9,30600	
					Subtotal...	18,62600	18,62600
	Materiales:						
	B0A31000	kg	Clau acer	0,1007	x 1,15000 =	0,11581	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	2,9997	x 0,42000 =	1,25987	
	B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	0,0019	x 211,79000 =	0,40240	
	B0D81380	m2	Plafó metàl·lic de 50x60 cm per a 50 usos	1,122	x 1,07000 =	1,20054	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,050	x 2,63000 =	0,13150	
	B0DZP400	u	Part proporcional d'elements auxiliars per a plafons metàl·lics, de 50x100 cm	1,000	x 0,33000 =	0,33000	
					Subtotal...	3,44012	3,44012
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,27939
				COSTE DIRECTO			22,34551
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			22,34551

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 30

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 36	G3Z112T1	m2	Capa de neteja i anivellament de 10 cm de gruix de formigó HL-150/B/20 de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat des de camió	Rend.: 1,000			10,92 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0121000	h	Oficial 1a	0,075 /R	x 23,30000 =	1,74750	
	A0140000	h	Manobre	0,150 /R	x 19,47000 =	2,92050	
					Subtotal...	4,66800	4,66800
	Materiales:						
	B06NLA2B	m3	Formigó de neteja, amb una dosificació de 150 kg/m3 de ciment, consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, HL-150/B/20	0,105	x 58,83000 =	6,17715	
					Subtotal...	6,17715	6,17715
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,07002
				COSTE DIRECTO			10,91517
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			10,91517
P- 37	G4515AH4	m3	Formigó per a pilars columna, HA-30/B/20/IIIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb bomba	Rend.: 1,000			100,68 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R	x 19,47000 =	7,78800	
					Subtotal...	7,78800	7,78800
	Maquinaria:						
	C1701100	h	Camió amb bomba de formigonar	0,125 /R	x 156,75000 =	19,59375	
					Subtotal...	19,59375	19,59375
	Materiales:						
	B065EH0B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	1,020	x 71,67000 =	73,10340	
					Subtotal...	73,10340	73,10340
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,19470
				COSTE DIRECTO			100,67985
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			100,67985
P- 38	G4531AH3	m3	Formigó per a bigues, HA-30/B/20/IIIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb cubilot	Rend.: 1,000			107,75 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 31

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
	A0140000	h	Manobre	1,700 /R	x	19,47000 =	33,09900	
						Subtotal...	33,09900	
							33,09900	
	Materiales:							
	B065EH0B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	1,030	x	71,67000 =	73,82010	
						Subtotal...	73,82010	
							73,82010	
				GASTOS AUXILIARES		2,50%	0,82748	
				COSTE DIRECTO			107,74657	
				DESPESES INDIRECTES		0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			107,74657	
P- 39	G45C1FH3	m3	Formigó per a lloses, HA-30/B/20/IIa+E, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb cubilot	Rend.: 1,000				108,13 €
				Unidades		Precio €	Parcial	
							Importe	
	Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	1,450 /R	x	19,47000 =	28,23150	
						Subtotal...	28,23150	
							28,23150	
	Materiales:							
	B065E76B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIa+E de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIa+E	1,020	x	77,64000 =	79,19280	
						Subtotal...	79,19280	
							79,19280	
				GASTOS AUXILIARES		2,50%	0,70579	
				COSTE DIRECTO			108,13009	
				DESPESES INDIRECTES		0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			108,13009	
P- 40	G45F1AH4	m3	Formigó per a mur d'estrep, HA-30/B/20/IIIa, de consistència tova i grandària màxima del granulat 20 mm, abocat amb bomba	Rend.: 1,000				99,68 €
				Unidades		Precio €	Parcial	
							Importe	
	Mano de obra:							
	A0140000	h	Manobre	0,350 /R	x	19,47000 =	6,81450	
						Subtotal...	6,81450	
							6,81450	
	Maquinaria:							
	C1701100	h	Camí amb bomba de formigonar	0,125 /R	x	156,75000 =	19,59375	
						Subtotal...	19,59375	
							19,59375	
	Materiales:							
	B065EH0B	m3	Formigó HA-30/B/20/IIIa de consistència tova, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 300 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició IIIa	1,020	x	71,67000 =	73,10340	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 32

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				Subtotal...	73,10340		73,10340
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,17036
				COSTE DIRECTO			99,68201
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			99,68201
P- 41	G4B13200	ka	Armadura per a pilars AP500 S en barres de diàmetre superior a 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1.000			1,15 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,006 /R x	23,30000 =	0,13980	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,006 /R x	20,68000 =	0,12408	
				Subtotal...		0,26388	0,26388
	Materials:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,005 x	1,09000 =	0,00545	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000 x	0,87372 =	0,87372	
				Subtotal...		0,87917	0,87917
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00396
				COSTE DIRECTO			1,14701
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,14701
P- 42	G4B35201	ka	Armadura per a bigues AP500 S en barres de diàmetre superior a 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1.000			1,29 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,009 /R x	23,30000 =	0,20970	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,009 /R x	20,68000 =	0,18612	
				Subtotal...		0,39582	0,39582
	Materials:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,009 x	1,09000 =	0,00981	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000 x	0,87372 =	0,87372	
				Subtotal...		0,88353	0,88353
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00594
				COSTE DIRECTO			1,28529
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 33

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,28529
P- 43	G4BC3200	ka	Armadura per a lloses d'estructura AP500 S en barres de diàmetre superior a 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1.000			1,34 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,011 /R	x 23,30000 =	0,25630	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,009 /R	x 20,68000 =	0,18612	
					Subtotal...	0,44242	0,44242
	Materiales:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,012	x 1,09000 =	0,01308	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000	x 0,87372 =	0,87372	
					Subtotal...	0,88680	0,88680
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00664
				COSTE DIRECTO			1,33586
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,33586
P- 44	G4BF3101	ka	Armadura per a estreps AP500 S en barres de diàmetre com a màxim 16 mm, d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2	Rend.: 1.000			1,38 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0124000	h	Oficial 1a ferrallista	0,010 /R	x 23,30000 =	0,23300	
	A0134000	h	Ajudant ferrallista	0,012 /R	x 20,68000 =	0,24816	
					Subtotal...	0,48116	0,48116
	Materiales:						
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,012	x 1,09000 =	0,01308	
	D0B2A100	kg	Acer en barres corrugades elaborat a l'obra i manipulats a taller B500S, de límit elàstic >= 500 N/mm2	1,000	x 0,87372 =	0,87372	
					Subtotal...	0,88680	0,88680
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00722
				COSTE DIRECTO			1,37518
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			1,37518

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 34

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 45	G4D15S27	m2	Muntatge i desmuntatge d'encofrat amb motlle circular de lamel·les metàl·liques per a pilars de secció circular <200 cm de diàmetre, per a deixar el formigó vist, d'alçària fins a 10 m	Rend.: 1,000			10,15 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,180 /R	x 23,30000 =	4,19400	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,180 /R	x 20,68000 =	3,72240	
					Subtotal...	7,91640	7,91640
	Materials:						
	B0D625A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 3 m d'alçària i 150 usos	0,011	x 8,56000 =	0,09416	
	B0D629A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 5 m d'alçària i 150 usos	0,011	x 20,54000 =	0,22594	
	B0DF2Y38	m2	Motlle circular de lamel·les metàl·liques, per a encofrar pilars de diàmetre 200 cm i fins a 10 m d'alçària, per a 50 usos	1,200	x 1,21000 =	1,45200	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,100	x 2,63000 =	0,26300	
					Subtotal...	2,03510	2,03510
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,19791
				COSTE DIRECTO			10,14941
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			10,14941
P- 46	G4D31100	m2	Muntatge i desmuntatge d'encofrat amb plafó metàl·lic, per a bigues de directriu recta	Rend.: 1,000			25,79 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,500 /R	x 23,30000 =	11,65000	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,500 /R	x 20,68000 =	10,34000	
					Subtotal...	21,99000	21,99000
	Materials:						
	B0A14300	kg	Filferro recuit de diàmetre 3 mm	0,200	x 0,99000 =	0,19800	
	B0A31000	kg	Clau acer	0,1007	x 1,15000 =	0,11581	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	1,199	x 0,42000 =	0,50358	
	B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	0,0019	x 211,79000 =	0,40240	
	B0D625A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 3 m d'alçària i 150 usos	0,0297	x 8,56000 =	0,25423	
	B0D81480	m2	Plafó metàl·lic de 50x100 cm per a 50 usos	1,100	x 1,12000 =	1,23200	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,080	x 2,63000 =	0,21040	
	B0DZP400	u	Part proporcional d'elements auxiliars per a plafons metàl·lics, de 50x100 cm	1,000	x 0,33000 =	0,33000	
					Subtotal...	3,24642	3,24642
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		0,54975
				COSTE DIRECTO			25,78617
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			25,78617

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 35

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 47	G4D81301	m2	Col·locació d'encofrat perdut de lloseta prefabricada de 6 cm de gruix, per a taulers de ponts de bigues	Rend.: 1.000			42,65 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0121000	h	Oficial 1a	0,110 /R	x 23,30000 =	2,56300	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,330 /R	x 20,68000 =	6,82440	
	A0140000	h	Manobre	0,220 /R	x 19,47000 =	4,28340	
					Subtotal...	13,67080	13,67080
	Materiales:						
	B0DA1350	m2	Lloseta prefabricada de formigó pretesat de 0,7 m d'amplària i 6 cm de gruix	1,100	x 26,03000 =	28,63300	
					Subtotal...	28,63300	28,63300
					GASTOS AUXILIARES	2,50%	0,34177
					COSTE DIRECTO		42,64557
					DESPESES INDIRECTES	0,00%	
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		42,64557
P- 48	G4DC1D00	m2	Muntatge i desmuntatge d'encofrat per a lloses, per a una alçària de com a màxim 3 m, amb tauler de fusta de pi	Rend.: 1.000			28,20 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,540 /R	x 23,30000 =	12,58200	
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,540 /R	x 20,68000 =	11,16720	
					Subtotal...	23,74920	23,74920
	Materiales:						
	B0A31000	kg	Clau acer	0,1007	x 1,15000 =	0,11581	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,990	x 0,42000 =	0,41580	
	B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	0,0019	x 211,79000 =	0,40240	
	B0D625A0	cu	Puntal metàl·lic i telescòpic per a 3 m d'alçària i 150 usos	0,0151	x 8,56000 =	0,12926	
	B0D71120	m2	Tauler elaborat amb fusta de pi, de 22 mm de gruix, per a 5 usos	1,100	x 2,44000 =	2,68400	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,040	x 2,63000 =	0,10520	
					Subtotal...	3,85247	3,85247
					GASTOS AUXILIARES	2,50%	0,59373
					COSTE DIRECTO		28,19540
					DESPESES INDIRECTES	0,00%	
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		28,19540
P- 49	G4DF4107	m2	Muntatge i desmuntatge d'una cara d'encofrat, amb plafons i contraforts metàl·lics, per a mur d'estrep, encofrat a dues cares, d'alçària <= 10 m	Rend.: 1.000			41,37 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 36

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,800 /R	x	23,30000 =	18,64000
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,800 /R	x	20,68000 =	16,54400
						Subtotal...	35,18400
							35,18400
	Materiales:						
	B0A31000	kg	Clau acer	0,0494	x	1,15000 =	0,05681
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	1,3992	x	0,42000 =	0,58766
	B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	0,0019	x	211,79000 =	0,40240
	B0D81680	m2	Plafó metàl·lic de 50x250 cm per a 50 usos	1,0494	x	1,24000 =	1,30126
	B0DB1720	m	Contrafort metàl·lic per a parament de mur, d'alçària 5 i 10 m i 200 usos	0,4994	x	5,50000 =	2,74670
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,080	x	2,63000 =	0,21040
						Subtotal...	5,30523
							5,30523
						GASTOS AUXILIARES 2,50%	0,87960
						COSTE DIRECTO	41,36883
						DESPESES INDIRECTES 0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	41,36883
P- 50	G4DF4117	m2	Muntatge i desmuntatge d'una cara d'encofrat, amb plafons i contraforts metàl·lics, per a mur d'estrep, encofrat a dues cares, d'alçària <= 10 m, per a deixar el formigó vist,			Rend.: 1.000	45,93 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,900 /R	x	23,30000 =	20,97000
	A0133000	h	Ajudant encofrador	0,900 /R	x	20,68000 =	18,61200
						Subtotal...	39,58200
							39,58200
	Materiales:						
	B0A31000	kg	Clau acer	0,0494	x	1,15000 =	0,05681
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	1,3992	x	0,42000 =	0,58766
	B0D31000	m3	Llata de fusta de pi	0,0019	x	211,79000 =	0,40240
	B0D81680	m2	Plafó metàl·lic de 50x250 cm per a 50 usos	1,0494	x	1,24000 =	1,30126
	B0DB1720	m	Contrafort metàl·lic per a parament de mur, d'alçària 5 i 10 m i 200 usos	0,4994	x	5,50000 =	2,74670
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,100	x	2,63000 =	0,26300
						Subtotal...	5,35783
							5,35783
						GASTOS AUXILIARES 2,50%	0,98955
						COSTE DIRECTO	45,92938
						DESPESES INDIRECTES 0,00%	
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	45,92938

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 37

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 51	G4L112EA	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T de 20 a 30 m de llum de càlcul, 30000000 i 50000000 cm4 d'inèrcia i 6000 i 7000 cm2 de secció, col·locada amb grua	Rend.: 1,000			689,24 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0121000	h	Oficial 1a	0,200 /R	x 23,30000 =	4,66000	
	A0140000	h	Manobre	0,200 /R	x 19,47000 =	3,89400	
					Subtotal...	8,55400	8,55400
	Maquinaria:						
	C150GA00	h	Grua autopropulsada de 24 t	0,240 /R	x 63,88000 =	15,33120	
					Subtotal...	15,33120	15,33120
	Materials:						
	B4PA13FB	m	Biga prefabricada de formigó amb armadures pretesades de secció en doble T, de 20 a 30 m de llum, amb un moment d'inèrcia entre 30000000 i 50000000 cm4, i una secció entre 6000 i 7000 cm2	1,000	x 665,23000 =	665,23000	
					Subtotal...	665,23000	665,23000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,12831
				COSTE DIRECTO			689,24351
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			689,24351
P- 52	G4ZB1401	dm3	Recolzament amb peça rectangular de neoprè armat de més de 6 dm3 de volum, col·locat	Rend.: 1,000			14,63 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,010 /R	x 19,47000 =	0,19470	
					Subtotal...	0,19470	0,19470
	Materials:						
	B4PZC400	dm3	Neoprè armat per a recolzaments, de volum més de 6 dm3	1,000	x 14,43000 =	14,43000	
					Subtotal...	14,43000	14,43000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00292
				COSTE DIRECTO			14,62762
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			14,62762

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 38

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 53	G6A14XSB	u	Porta de dues fulles batents de 5x2 m de llum de pas d'acer galvanitzat en calent, amb bastidor de tub de 40x40x1,5 mm i malla electrosoldada de 200x50 mm de pas i 5 mm de gruix, muntants de tub de 100x100x2 mm, passador amb topall antiobertura, pernys regulables, pany de cop i clau i pom, acabat galvanitzat i plastificat, col·locada	Rend.: 1,000			580,65 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	2,500 /R	x 24,08000 =	60,20000	
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,650 /R	x 23,77000 =	15,45050	
	A013M000	h	Ajudant muntador	2,500 /R	x 20,68000 =	51,70000	
						127,35050	127,35050
	Materials:						
	B6A14XSB	u	Porta de dues fulles batents de 5x2 m de llum de pas d'acer galvanitzat en calent, amb bastidor de tub de 40x40x1,5 mm i malla electrosoldada de 200x50 mm de pas i 5 mm de gruix, muntants de tub de 100x100x2 mm, passador amb topall antiobertura, pernys regulables, pany de cop i clau i pom, acabat galvanitzat i plastificat	1,000	x 425,86000 =	425,86000	
	D060Q021	m3	Formigó de 225 kg/m3, amb una proporció en volum 1:3:6, amb ciment portland amb filler calcarí CEM II/B-L 32,5 R i granulat de pedra calcària de grandària màxima 20 mm, elaborat a l'obra amb formigonera de 165 l	0,2867	x 84,58715 =	24,25114	
						450,11114	450,11114
				GASTOS AUXILIARES	2,50%		3,18376
				COSTE DIRECTO			580,64540
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			580,64540
P- 54	G6A19403	m	Reixat d'acer d'alçària 2 m amb tela metàl·lica de torsió simple amb acabat galvanitzat, de 50 mm de pas de malla i diàmetre 2,7 i 2,7 mm, pals de tub galvanitzat de diàmetre 50 mm col·locats cada 3 m amb platines i tacs expanssius i part proporcional de pals per a punts singulars	Rend.: 1,000			20,03 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	0,210 /R	x 24,08000 =	5,05680	
	A013M000	h	Ajudant muntador	0,210 /R	x 20,68000 =	4,34280	
						9,39960	9,39960
	Materials:						
	B0A216SG	m2	Tela metàl·lica de simple torsió de filferro galvanitzat de 50 mm de pas de malla i de D 2,7 mm	2,000	x 2,18000 =	4,36000	
	B6AZ31E4	u	Pal intermedi de tub d'acer galvanitzat, de diàmetre 50 mm i d'alçària 2,35 m, amb platina	0,340	x 10,19000 =	3,46460	
	B6AZA1G4	u	Pal per a extrems, tensors o punts singulars de tub d'acer galvanitzat, de diàmetre 80 mm i d'alçària 2,35 m, amb platina	0,067	x 39,82000 =	2,66794	
						10,49254	10,49254

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 39

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,14099
				COSTE DIRECTO			20,03313
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			20,03313
P- 55	G91A1310	m3	Estabilització d'esplanada "in situ", per a l'obtenció de S-EST3, amb ciment pòrtland amb filler calcarí CEM II/B-L 32,5 N	Rend.: 1,000			19,55 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,090 /R	x 19,47000 =	1,75230	
				Subtotal...		1,75230	1,75230
	Maquinaria:						
	C13113B1	h	Pala carregadora sobre cadenes d'11 a 17 t, amb escarficadora	0,0883 /R	x 86,18000 =	7,60969	
	C1331100	h	Motoanivelladora petita	0,013 /R	x 56,95000 =	0,74035	
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,023 /R	x 66,20000 =	1,52260	
	C1502E00	h	Camió cisterna de 8 m3	0,040 /R	x 41,32000 =	1,65280	
				Subtotal...		11,52544	11,52544
	Materials:						
	B0111000	m3	Aigua	0,050	x 1,25000 =	0,06250	
	B0512301	t	Ciment pòrtland amb filler calcarí CEM II/B-L 32,5 N segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,061	x 101,29000 =	6,17869	
				Subtotal...		6,24119	6,24119
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,02628
				COSTE DIRECTO			19,54521
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			19,54521
P- 56	G931201L	m3	Base de tot-u artificial col·locada amb motoanivelladora i piconatge del material al 100% del PM	Rend.: 1,000			26,37 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0140000	h	Manobre	0,044 /R	x 19,47000 =	0,85668	
				Subtotal...		0,85668	0,85668
	Maquinaria:						
	C1331200	h	Motoanivelladora mitjana	0,017 /R	x 62,96000 =	1,07032	
	C13350A0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 10 a 12 t	0,025 /R	x 59,14000 =	1,47850	
	C1502E00	h	Camió cisterna de 8 m3	0,005 /R	x 41,32000 =	0,20660	
				Subtotal...		2,75542	2,75542
	Materials:						
	B0111000	m3	Aigua	0,050	x 1,25000 =	0,06250	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 40

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	B0372000	m3	Tot-u artificial	1,200 x 18,90000 = 22,68000
			Subtotal...	22,74250
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,01285
			COSTE DIRECTO	26,36745
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	26,36745
P- 57	G96511D9	m	Vorada recta de peces de formigó, monocapa, amb secció normalitzada per a vianants A1 de 20x14 cm, de classe climàtica B, classe resistent a l'abrasió H i classe resistent a flexió T (R-5 MPa), segons UNE-EN 1340, col·locada sobre base de formigó no estructural de 15 N/mm2 de resistència mínima a compressió i de 20 a 25 cm d'alçària, i rejuntada amb morter	Rend.: 1.000 25,32 €
			Unidades	Precio €
			Parcial	Importe
			0,230 /R x 23,77000 =	5,46710
			0,470 /R x 19,47000 =	9,15090
			Subtotal...	14,61800
			14,61800	14,61800
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,21927
			COSTE DIRECTO	25,32391
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	25,32391
P- 58	G9E11204	m2	Paviment de panot per a vorera gris de 20x20x2,5 cm, classe 1a, preu alt, col·locat a l'estesa amb sorra-ciment de 200 kg/m3 de ciment pòrtland i beurada de ciment pòrtland	Rend.: 1.000 23,09 €
			Unidades	Precio €
			Parcial	Importe
			0,409 /R x 23,77000 =	9,72193
			0,257 /R x 19,47000 =	5,00379
			Subtotal...	14,72572
			14,72572	14,72572
			GASTOS AUXILIARES 1,50%	0,21927
			COSTE DIRECTO	25,32391
			DESPESES INDIRECTES 0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	25,32391
			0,010 x 1,25000 =	0,01250

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 41

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	B0512401	t	Ciment pòrtland amb filler calcari CEM II/B-L 32,5 R segons UNE-EN 197-1, en sacs	0,0031	x	103,30000 =	0,32023
	B9E11200	m2	Panot gris de 20x20x2,5 cm, classe 1a, preu alt	1,020	x	5,48000 =	5,58960
	D0391311	m3	Sorra-ciment, sense additius amb 200 kg/m3 de ciment pòrtland amb filler calcari i sorra de pedrera, elaborada a l'obra	0,0306	x	72,51018 =	2,21881
			Subtotal...				8,14114
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,22089
			COSTE DIRECTO				23,08775
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				23,08775
P- 59	G9H11251	t	Paviment de mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 16 surf B 50/70 D, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria densa per a capa de trànsit i granulat granític, estesa i compactada			Rend.: 1.000	57,01 €
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,016	/R x	23,77000 =	0,38032
	A0140000	h	Manobre	0,072	/R x	19,47000 =	1,40184
			Subtotal...				1,78216
	Maquinaria:						
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,010	/R x	66,20000 =	0,66200
	C1709B00	h	Estenedora per a paviments de mescla bituminosa	0,008	/R x	53,99000 =	0,43192
	C170D0A0	h	Corró vibratori per a formigons i betums autopropulsat pneumàtic	0,010	/R x	60,52000 =	0,60520
			Subtotal...				1,69912
	Materiales:						
	B9H11251	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 16 surf B 50/70 D, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria densa per a capa de trànsit i granulat granític	1,000	x	53,50000 =	53,50000
			Subtotal...				53,50000
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,02673
			COSTE DIRECTO				57,00801
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				57,00801
P- 60	G9H11B51	t	Paviment de mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 bin B 50/70 S, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa intermèdia i granulat granític, estesa i compactada			Rend.: 1.000	55,42 €
			Unidades		Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,016	/R x	23,77000 =	0,38032
	A0140000	h	Manobre	0,072	/R x	19,47000 =	1,40184
			Subtotal...				1,78216

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 42

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	Maquinaria:						
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,010 /R	x	66,20000 =	0,66200
	C1709B00	h	Estenedora per a paviments de mescla bituminosa	0,008 /R	x	53,99000 =	0,43192
	C170D0A0	h	Corró vibratori per a formigons i betums autopropulsat pneumàtic	0,010 /R	x	60,52000 =	0,60520
			Subtotal...				1,69912
	Materials:						
	B9H11B51	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 bin B 50/70 S, amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa intermèdia i granulat granític	1,000	x	51,91000 =	51,91000
			Subtotal...				51,91000
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,02673
			COSTE DIRECTO				55,41801
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				55,41801
P- 61	G9H1AG11	t	Paviment de mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 base B 15/25(13/22) S MAM de mòdul alt , amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa base i granulat granític, estesa i compactada			Rend.: 1.000	55,15 €
			Unidades			Precio €	Parcial
			Importe				
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,016 /R	x	23,77000 =	0,38032
	A0140000	h	Manobre	0,072 /R	x	19,47000 =	1,40184
			Subtotal...				1,78216
	Maquinaria:						
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,010 /R	x	66,20000 =	0,66200
	C1709B00	h	Estenedora per a paviments de mescla bituminosa	0,008 /R	x	53,99000 =	0,43192
	C170D0A0	h	Corró vibratori per a formigons i betums autopropulsat pneumàtic	0,010 /R	x	60,52000 =	0,60520
			Subtotal...				1,69912
	Materials:						
	B9H1AG11	t	Mescla bituminosa contínua en calent tipus AC 22 base B 15/25(13/22) S MAM de mòdul alt , amb betum asfàltic de penetració, de granulometria semidensa per a capa base i granulat granític	1,000	x	51,64000 =	51,64000
			Subtotal...				51,64000
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,02673
			COSTE DIRECTO				55,14801
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				55,14801

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 43

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 62	G9H31451	m2	Paviment de mescla bituminosa discontinua en calent, per a capes de trànsit BBTM, 11A B 50/70 amb betum asfàltic de penetració i granulat granític, per a una capa de trànsit de 3 cm de gruix	Rend.: 1,000			3,90 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,0014 /R	x 23,77000 =	0,03328	
	A0140000	h	Manobre	0,0028 /R	x 19,47000 =	0,05452	
					Subtotal...	0,08780	0,08780
	Maquinaria:						
	C13350C0	h	Corró vibratori autopropulsat, de 12 a 14 t	0,0007 /R	x 66,20000 =	0,04634	
	C1709B00	h	Estenedora per a paviments de mescla bituminosa	0,0007 /R	x 53,99000 =	0,03779	
	C170D0A0	h	Corró vibratori per a formigons i betums autopropulsat pneumàtic	0,0007 /R	x 60,52000 =	0,04236	
					Subtotal...	0,12649	0,12649
	Materials:						
	B9H31451	t	Mescla bituminosa discontinua en calent, per a capes de trànsit BBTM, 11A B 50/70 amb betum asfàltic de penetració i granulat granític	0,069	x 53,35000 =	3,68115	
					Subtotal...	3,68115	3,68115
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00132
				COSTE DIRECTO			3,89676
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			3,89676
P- 63	G9J12E60	m2	Reg d'imprimació amb emulsió bituminosa catiònica tipus C50BF5 IMP(ECI), amb dotació 1,2 kg/m2	Rend.: 1,000			0,69 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0150000	h	Manobre especialista	0,0035 /R	x 20,15000 =	0,07053	
					Subtotal...	0,07053	0,07053
	Maquinaria:						
	C1702D00	h	Camió cisterna per a reg asfàltic	0,0035 /R	x 28,42000 =	0,09947	
					Subtotal...	0,09947	0,09947
	Materials:						
	B0552460	kg	Emulsió bituminosa catiònica amb un 50% de betum asfàltic, per a reg d'imprimació tipus C50BF5 IMP(ECI) amb un contingut de fluidificant > 2%	1,200	x 0,43000 =	0,51600	
					Subtotal...	0,51600	0,51600
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00106
				COSTE DIRECTO			0,68706
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			0,68706

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 44

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 64	G9J14J50	m2	Reg de cura amb emulsió bituminosa catiònica tipus C60B3/B4 CUR(ECR-1), amb dotació 1,1 kg/m2	Rend.: 1.000			0,62 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0150000	h	Manobre especialista	0,0035 /R	x 20,15000 =	0,07053	
				Subtotal...		0,07053	0,07053
	Maquinaria:						
	C1702D00	h	Camió cisterna per a reg asfàltic	0,0035 /R	x 28,42000 =	0,09947	
				Subtotal...		0,09947	0,09947
	Materiales:						
	B0552300	kg	Emulsió bituminosa catiònica amb un 60% de betum asfàltic, per a reg de curat tipus C60B3/B4 CUR(ECR-1)	1,100	x 0,41000 =	0,45100	
				Subtotal...		0,45100	0,45100
			GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00106	
			COSTE DIRECTO			0,62206	
			DESPESES INDIRECTES	0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			0,62206	
P- 65	G9Z65520	m	Acabat de junt de dilatació de paviment sobre estructura, amb perfil format amb material neoprè armat amb membrana flexible, de 50 mm de recorregut com a màxim, col·locat amb adhesiu i fixacions mecàniques	Rend.: 1.000			222,29 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0121000	h	Oficial 1a	0,400 /R	x 23,30000 =	9,32000	
	A0140000	h	Manobre	0,400 /R	x 19,47000 =	7,78800	
				Subtotal...		17,10800	17,10800
	Maquinaria:						
	C200F000	h	Màquina taladradora	0,150 /R	x 3,73000 =	0,55950	
	CZ112000	h	Grup electrògen de 20 a 30 kVA	0,150 /R	x 8,39000 =	1,25850	
				Subtotal...		1,81800	1,81800
	Materiales:						
B0907000	kg	Adhesiu de resines epoxi	0,080	x 4,04000 =	0,32320		
B0A63H00	u	Tac químic de diàmetre 12 mm, amb cargol, volandera i femella	7,000	x 3,96000 =	27,72000		
B7J19VX2	m	Perfil de neoprè armat amb membrana flexible per a un recorregut màxim de 50 mm per a junt de dilatació exterior	1,000	x 175,06000 =	175,06000		
			Subtotal...		203,10320	203,10320	
			GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,25662	
			COSTE DIRECTO			222,28582	
			DESPESES INDIRECTES	0,00%			

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 45

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			222,28582
P- 66	G9ZZ1100	l	Base d'anivellament i transició, amb morter de resines epoxi, col·locat manualment	Rend.: 1.000			7,13 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0121000	h	Oficial 1a	0,003 /R x	23,30000 =	0,06990	
	A0140000	h	Manobre	0,003 /R x	19,47000 =	0,05841	
				Subtotal...		0,12831	0,12831
	Materiales:						
	B0714000	kg	Morter sintètic de resines epoxi	2,000 x	3,50000 =	7,00000	
				Subtotal...		7,00000	7,00000
				GASTOS AUXILIARES	1,50%		0,00192
				COSTE DIRECTO			7,13023
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			7,13023
P- 67	GB20001	m	Colocación pretilos metalicos tipo PMC210D de acero S235JR, de 1 metro de altura con sujeción al tablero mediante tornillos de metricas 16 y 22 cada 2,5 metros.	Rend.: 1.000			92,28 €
P- 68	GB2A1121	m	Barrera de seguridad metálica simple, con separador, tipo BMSNA4/C según OC 28/2009, con un perfil longitudinal de sección doble onda y postes C-120 colocados hincados en el suelo cada 4 m, para una clase de contención normal, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W5, índice de severidad A y deflexión dinámica 1,6 m según UNE-EN 1317-2, colocada en tramos rectos o en curvas de radio igual o superior a 22 m	Rend.: 1.000			34,04 €
P- 69	GB2A4161	m	Barrera de seguridad metálica simple, con separador, tipo BMSNA2/C según OC 28/2009, con un perfil longitudinal de sección doble onda y postes C-120 colocados hincados en el suelo cada 2 m, para una clase de contención normal, con nivel de contención N2, anchura de trabajo W4, índice de severidad A y deflexión dinámica 1,1 m según UNE-EN 1317-2, colocada en tramos rectos o en curvas de radio igual o superior a 22 m	Rend.: 1.000			47,37 €
P- 70	GBA1U311	m	Pintat de banda d'ample sobre paviment, amb pintura termoplàstica en calent i reflectan amb microesferes de vidre, incluent-hi el premarcat	Rend.: 1.000			2,29 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 46

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	A0121000	h	Oficial 1a	0,005 /R	x	23,30000 =	0,11650
	A0150000	h	Manobre especialista	0,004 /R	x	20,15000 =	0,08060
			Subtotal...				0,19710
	Maquinaria:						
	C1B0UV10	h	Màquina per a pintar marcas vials, amb pintura termoplàstica	0,001 /R	x	37,39000 =	0,03739
	C1B0UV20	h	Equip de camió de 13 t amb calderes per a pintura termoplàstica	0,001 /R	x	33,98000 =	0,03398
			Subtotal...				0,07137
	Materiales:						
	BBA12000	kg	Pintura no reflectora per a senyalització	0,300	x	6,00000 =	1,80000
	BBA1M000	kg	Microesferes de vidre	0,060	x	3,72000 =	0,22320
			Subtotal...				2,02320
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,00296
			COSTE DIRECTO				2,29463
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				2,29463
P- 71	GBA1U341	m	Pintat de banda de 30 cm d'ample sobre paviment, amb pintura termoplàstica en calent i reflectant amb microesferes de vidre, incloent-hi el premarcat			Rend.: 1.000	6,52 €
			Mano de obra:	Unidades		Precio €	Parcial
	A0121000	h	Oficial 1a	0,008 /R	x	23,30000 =	0,18640
	A0150000	h	Manobre especialista	0,006 /R	x	20,15000 =	0,12090
			Subtotal...				0,30730
	Maquinaria:						
	C1B0UV10	h	Màquina per a pintar marcas vials, amb pintura termoplàstica	0,002 /R	x	37,39000 =	0,07478
	C1B0UV20	h	Equip de camió de 13 t amb calderes per a pintura termoplàstica	0,002 /R	x	33,98000 =	0,06796
			Subtotal...				0,14274
	Materiales:						
	BBA12000	kg	Pintura no reflectora per a senyalització	0,900	x	6,00000 =	5,40000
	BBA1M000	kg	Microesferes de vidre	0,180	x	3,72000 =	0,66960
			Subtotal...				6,06960
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,00461
			COSTE DIRECTO				6,52425
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				6,52425
P- 72	GBA1U351	m	Pintat de banda de 40 cm d'ample sobre paviment, amb pintura termoplàstica en calent i reflectant amb microesferes de vidre, incloent-hi el premarcat			Rend.: 1.000	8,69 €
			Mano de obra:	Unidades		Precio €	Parcial

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 48

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	Mano de obra:						
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	0,170 /R	x	24,08000 =	4,09360
	A013M000	h	Ajudant muntador	0,170 /R	x	20,68000 =	3,51560
						Subtotal...	7,60920
	Maquinaria:						
	C1504R00	h	Camió cistella de 10 m d'alçària com a màxim	0,170 /R	x	38,97000 =	6,62490
						Subtotal...	6,62490
	Materiales:						
	BBM12602	u	Placa circular, de diàmetre 60 cm amb làmina reflectora de nivell 1 d'intensitat	1,000	x	48,29000 =	48,29000
						Subtotal...	48,29000
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
							0,11414
						COSTE DIRECTO	62,63824
						DESPESES INDIRECTES	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	62,63824
P- 75	GD56GC72FA36	m	Cuneta amb peça rectangular prefabricada de formigó de 40x25 cm, col·locada amb morter de ciment sobre llit de formigó HNE-15/P/10. Article: ref. HPHPUE de la serie Pastes d'unió de HISPALAM			Rend.: 1,000	28,23 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,270 /R	x	23,77000 =	6,41790
	A013N000	h	Ajudant obra pública	0,270 /R	x	20,68000 =	5,58360
	A0150000	h	Manobre especialista	0,0021 /R	x	20,15000 =	0,04232
						Subtotal...	12,04382
	Maquinaria:						
	C1501111	h	Camió grua per a treballs generals, neteja i transport d'eines de 3 t de càrrega, 7 m d'abast vertical, 5 d'abast horitzontal i 25 kNm de moment d'elevació	0,135 /R	x	39,68000 =	5,35680
	C1704200	h	Mesclador continu per a morter preparat en sacs	0,0015 /R	x	1,44000 =	0,00216
						Subtotal...	5,35896
	Materiales:						
	B0111000	m3	Aigua	0,0004	x	1,25000 =	0,00050
	B06NN11C	m3	Formigó d'ús no estructural de resistència a compressió 15 N/mm2, consistència plàstica i grandària màxima del granulat 10 mm, HNE-15/P/10	0,042	x	57,99000 =	2,43558
	B0710150FA36	t	Pasta d'unió amb base ciment per a la col·locació en tancaments o zones humides de maons de gran format, ref. HPHPUE de la serie Pastes d'unió de HISPALAM	0,0043	x	160,00000 =	0,68800
	BDG15C72	m	Peça prefabricada de formigó per a cuneta de 40x10 cm amb canal corba a la cara superior	1,000	x	7,52000 =	7,52000
						Subtotal...	10,64408
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
							0,18066
						COSTE DIRECTO	28,22752
						DESPESES INDIRECTES	0,00%

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 49

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			28,22752
P- 76	GD571110	m	Cuneta profunda franquejada d'1,00 m d'amplària i menor a 0,40 m de fondària, amb un revestiment mínim de 10 cm de formigó de 20 N/mm2 de resistència característica a compressió, inclòs excavació de terreny no classificat, refinat, càrrega i transport a l'abocador dels materials resultants	Rend.: 1,000			13,98 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A0121000	h	Oficial 1a	0,070 /R	x 23,30000 =	1,63100	
	A0140000	h	Manobre	0,070 /R	x 19,47000 =	1,36290	
	A0150000	h	Manobre especialista	0,035 /R	x 20,15000 =	0,70525	
					Subtotal...	3,69915	3,69915
	Maquinaria:						
	C1105A00	h	Retroexcavadora amb martell trencador	0,0065 /R	x 68,31000 =	0,44402	
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre pneumàtics de 8 a 10 t	0,0211 /R	x 50,00000 =	1,05500	
	C1331100	h	Motoanivelladora petita	0,008 /R	x 56,95000 =	0,45560	
					Subtotal...	1,95462	1,95462
	Materiales:						
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,130	x 60,41000 =	7,85330	
	B0A14200	kg	Filferro recuit de diàmetre 1,3 mm	0,022	x 1,09000 =	0,02398	
	B0A31000	kg	Clau acer	0,050	x 1,15000 =	0,05750	
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,667	x 0,42000 =	0,28014	
	B0DZA000	l	Desencofrant	0,020	x 2,63000 =	0,05260	
					Subtotal...	8,26752	8,26752
					GASTOS AUXILIARES 1,50%		0,05549
					COSTE DIRECTO		13,97678
					DESPESES INDIRECTES 0,00%		
					COSTE EJECUCIÓN MATERIAL		13,97678
P- 77	GD5AU040	m	Drenatge amb tub perforat de PVC de D 230 mm, col·locat en rasa i reblert amb material granular fins a 20 cm per sobre del dren envoltat en geotextil	Rend.: 1,000			14,29 €
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	Mano de obra:						
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,024 /R	x 23,77000 =	0,57048	
	A0140000	h	Manobre	0,048 /R	x 19,47000 =	0,93456	
					Subtotal...	1,50504	1,50504
	Materiales:						
	B0330020	t	Grava de pedrera, per a drens	0,246	x 18,60000 =	4,57560	

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 50

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	B7B111D0	m2	Geotèxtil format per feltre de polipropilè no teixit, lligat mecànicament de 140 a 190 g/m2	1,533	x	1,03000 =	1,57899
	BD5AU040	m	Tub de PVC de drenatge, de diàmetre exterior 230 mm, sèrie D, segons normes BS 4962/82, AS 2439/1-81 i DIN 1187, unió mitjançant fitting de PVC	1,050	x	6,29000 =	6,60450
			Subtotal...				12,75909
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,02258
			COSTE DIRECTO				14,28671
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				14,28671
P- 78	GDG3U011	m	Prisma de canalització format per 2 tubs de diàmetre 110 mm i de gruix 1,8 mm de PVC rígid i dau de recobriments de 45X41 cm de formigó HM-20/P/20/I			Rend.: 1.000	23,77 €
			Mano de obra:	Unidades		Precio €	Parcial
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	0,160	/R x	23,77000 =	3,80320
	A0140000	h	Manobre	0,160	/R x	19,47000 =	3,11520
			Subtotal...				6,91840
			Materiales:				
	B064300C	m3	Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I	0,166	x	60,41000 =	10,02806
	BG21RK10	m	Tub rígid de PVC, de 110 mm de diàmetre nominal, aïllant i no propagador de la flama, amb una resistència a l'impacte de 12 J, resistència a compressió de 250 N, d'1,8 mm de gruix	2,100	x	3,20000 =	6,72000
			Subtotal...				16,74806
			GASTOS AUXILIARES			1,50%	0,10378
			COSTE DIRECTO				23,77024
			DESPESES INDIRECTES			0,00%	
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL				23,77024
P- 79	GR721AK0	m2	Hidrosembra de barreja de llavors per a gespa tipus rústica de baix manteniment de lleguminoses amb gramínies segons NTJ 07N, amb una dosificació de 30 g/m2, aigua, mulch de fibra vegetal a base de palla picada i fibra curta de cel·lulosa (200g/m2), adob organo-mineral d'alliberament lent, bioactivador microbià i estabilitzador sintètic de base acrílica, en una superfície de 2000 a 5000 m2			Rend.: 1.000	1,09 €
			Mano de obra:	Unidades		Precio €	Parcial
	A012P000	h	Oficial 1a jardiner	0,0016	/R x	26,91000 =	0,04306
			Subtotal...				0,04306
			Maquinaria:				
	C1503000	h	Camió grua	0,0008	/R x	44,62000 =	0,03570

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 51

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
	CR713300	h	Hidrosembradora muntada sobre camió, amb dipòsit de 2500 l, amb bomba incorporada de 15 a 20 kW	0,0008 /R	x	35,50000 =	0,02840
						Subtotal...	0,06410
							0,06410
	Materials:						
	B0111000	m3	Aigua	0,002	x	1,25000 =	0,00250
	BR34J000	kg	Bioactivador microbià	0,015	x	6,62000 =	0,09930
	BR361100	kg	Estabilitzant sintètic de base acrílica	0,045	x	8,21000 =	0,36945
	BR3A7000	kg	Adob mineral sòlid de fons, d'alliberament lent	0,030	x	6,09000 =	0,18270
	BR3PAN00	kg	Encoixinament protector per a hidrosembres de fibra semicurta	0,200	x	0,92000 =	0,18400
	BR4U1K00	kg	Barreja de llavors per a gespa tipus rústica de baix manteniment de lleguminoses amb graminies, segons NTJ 07N	0,030	x	4,82000 =	0,14460
						Subtotal...	0,98255
						GASTOS AUXILIARES	1,50%
							0,00065
						COSTE DIRECTO	1,09036
						DESPESES INDIRECTES	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	1,09036
P- 80	H152U000	m	Tanca d'advertència o abalisament d'1 m d'alçada amb malla de polietilè taronja, fixada a 1 m del perímetre del sostre amb suports d'acer allotjats amb forats al sostre			Rend.: 1.000	2,37 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A01H2000	h	Oficial 1a per a seguretat i salut	0,050 /R	x	23,77000 =	1,18850
						Subtotal...	1,18850
							1,18850
	Materials:						
	B1526EL6	u	Muntant metàl·lic per a barana de seguretat, d'1 m d'alçada, per a allotjar en perforacions del sostre, per a 15 usos	0,500	x	1,27000 =	0,63500
	B152U000	m	Malla de polietilè d'alta densitat color taronja per a tanques d'advertència o abalisament, d'1 m d'alçada, per a seguretat i salut	1,050	x	0,51000 =	0,53550
						Subtotal...	1,17050
						GASTOS AUXILIARES	1,00%
							0,01189
						COSTE DIRECTO	2,37089
						DESPESES INDIRECTES	0,00%
						COSTE EJECUCIÓN MATERIAL	2,37089
P- 81	M21BU020	m2	Eliminació de marques vials de pintura acrílica mitjançant fressat			Rend.: 1.000	6,62 €
				Unidades		Precio €	Parcial
							Importe
	Mano de obra:						
	A0150000	h	Manobre especialista	0,190 /R	x	20,15000 =	3,82850
						Subtotal...	3,82850
							3,82850
	Maquinaria:						

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 52

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	C1B0V100	h	Màquina per fresat de pintures de marca vial d'accionament manual	0,190 /R x 14,40000 = 2,73600
				Subtotal... 2,73600
				GASTOS AUXILIARES 1,50% 0,05743
				COSTE DIRECTO 6,62193
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL 6,62193
P- 82	MBBY0001	u	Col·locació de placa de senyalització vertical provinent d'ús anterior, muntada sobre suport de peu o sobre paraments verticals, de superfície fins a 0,5 m2, muntada a una alçària de 3 m com a màxim amb mitjans manuals	Rend.: 1.000 11,36 €
				Unidades Precio € Parcial Importe
	Mano de obra:			
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	0,250 /R x 24,08000 = 6,02000
	A013M000	h	Ajudant muntador	0,250 /R x 20,68000 = 5,17000
				Subtotal... 11,19000
				GASTOS AUXILIARES 1,50% 0,16785
				COSTE DIRECTO 11,35785
				DESPESES INDIRECTES 0,00%
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL 11,35785

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 02/07/14

Pág.: 53

PARTIDAS ALZADAS

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	PA00000SA	-	Partida alçada a justificar per a la possible afecció de la xarxa elèctrica en el tram afectat de la N14 per l'obra "Paso superior Oporto" segons condicions a pactar amb la companyia elèctrica	15.000,00 €
	PA00000SS	-	Partida alçada a justificar per la seguretat i salut de l'obra "Paso superior Oporto"	24.073,64 €

ANEJO 19

CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

“Nuevo paso superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

La empresa contratista que gane el concurso público de adjudicación de la obra civil debe, según la ley R.D1098/2001 publicada en el B.O.E. de 24 de Julio, tener la siguiente categoría:

GRUPO

B)PUENTES, VIADUCTOS Y GRANDES ESTRUCTURAS

SUBGRUPO

2) DE HORMIGÓN ARMADO

ES DECIR, HA DE ESTAR CATALOGADA COMO **B2**

Anejo 21

Seguridad vial y señalización

Índice

1. Introducción y Objeto.....	3
2. Estudio visibilidad de parada.....	5
3. Señalización.....	5
4. Balizamiento.....	7
5. Defensas en la carretera N14.....	7

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En cualquier punto de la carretera, el usuario tiene una visibilidad que depende de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra.

El presente estudio está dedicado a la comprobación de que en todos los puntos del trazado de la carretera N14 en el tramo denominado N14a-N14b, la visibilidad es suficiente para efectuar la detención ante obstáculos imprevistos, es decir la visibilidad de parada.

La visibilidad de parada es la necesaria para que un vehículo pueda detenerse antes de colisionar con un obstáculo situado en su mismo carril, sin dar lugar a deceleraciones inadmisibles. Esta visibilidad mínima debe ser respetada a lo largo de todo el trazado.

A efectos de aplicación de la *Norma de Trazado*, las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada se fijan en veinte centímetros (20 cm) y un metro con diez centímetros (1,10 m) respectivamente. La distancia del punto de vista al obstáculo se mide a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a un metro con cincuenta centímetros (1,50 m) del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en veinte kilómetros por hora (20 km/h). En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

Se define como distancia de parada (D_p) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. La distancia se obtiene mediante la siguiente formulación matemática:

$$D_p = [(V \cdot t_p)/3,6] + [V^2/(254 \cdot (f_l + i))]$$

Siendo:

- D_p : distancia de parada (m)
- V : velocidad (km/h)
- f_l : coeficiente de rozamiento longitudinal rueda-pavimento
- i : inclinación de la rasante (en tanto por uno)
- t_p : tiempo de percepción y reacción (s)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

A efectos de aplicación de la *Norma de Trazado* se considerará como distancia de parada mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto. A efectos de cálculo, el coeficiente de rozamiento longitudinal para diferentes valores de velocidad se obtendrá de la tabla incluida seguidamente:

Vel	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
fi	0.432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0.320	0,306	0,291	0,277	0,263	0.249

Cabe destacar que la velocidad de proyecto de la vía en estudio es de 80 km/h aunque según las características de la vía se puede aumentar dicha velocidad a 100 km/h a lo largo de la vida útil de la carretera.

Para valores intermedios de dicha velocidad se puede interpolar linealmente en dicha tabla. El valor del tiempo de percepción y reacción se toma igual a dos segundos (2 s).

La visibilidad a lo largo del trazado está limitada por la existencia de cambios de rasante y curvas con obstáculos en su interior.

En cuanto a la visibilidad disponible por el trazado en alzado, en la tabla 5.1 de la norma 3.1 IC. se recogen, para diferentes velocidades de proyecto, los valores mínimos y deseables de los parámetros de los acuerdos, con los que se obtiene la visibilidad de parada necesaria. Estos parámetros han sido comprobados en el *anejo de Trazado* con los dispuestos en el trazado, asegurando la existencia de visibilidad de parada mínima por alzado para cada velocidad analizada.

Aún así se ha realizado un estudio combinado de visibilidad por planta y alzado.

De forma aproximada, en el trazado se comprueba la visibilidad de parada con el cuadro que se adjunta a continuación, donde en función del radio y la inclinación de la rasante, se obtiene el despeje necesario para que haya visibilidad. Se comprueba que hay despeje suficiente.

vp= 80 km/h fi= 0,348 tp= 2
b= 1,5 m

i (%)	Visib. parada							
	Dmin		R	F	R	F	R	F
-6	132		800	1,21	1000	0,67	3000	-0,78
-5	129		800	1,09	1000	0,58	3000	-0,81
-4	126		800	0,98	1000	0,49	3000	-0,84
-3	124		800	0,88	1000	0,41	3000	-0,86
-2	121		800	0,79	1000	0,33	3000	-0,89
-1	119		800	0,71	1000	0,27	3000	-0,91
0	117		800	0,63	1000	0,20	3000	-0,93
1	115		800	0,56	1000	0,15	3000	-0,95
2	113		800	0,49	1000	0,09	3000	-0,97
3	111		800	0,42	1000	0,04	3000	-0,99
4	109		800	0,37	1000	-0,01	3000	-1,00
5	108		800	0,31	1000	-0,05	3000	-1,02
6	106		800	0,26	1000	-0,09	3000	-1,03

2. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

NORMATIVA EMPLEADA

Para el diseño se ha seguido la normativa y recomendaciones oficiales vigentes:

Señalización horizontal:

— *Norma 8.2-IC "Marcas Viales"*, del Ministerio de Fomento, publicada en el B.O.E. de 29 de Septiembre de 1987.

Señalización vertical:

— *Instrucción 8.1-IC "Señalización Vertical"*, Ministerio de Fomento, 1.999

— *Señales verticales de circulación. Tomo II. Catálogo y significado de las señales*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, junio de 1992. Basado en la *Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial*, de 2 de Marzo de 1990.

— Disposiciones del *Reglamento General de Circulación*, Real Decreto 13/1992 de 17 de enero.

Barreras de seguridad y balizamiento:

— Orden circular 321/95 t y p *“Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos”*, Ministerio de Fomento, enero de 1996, cumplimentada con las variaciones impuestas por la Orden Circular 6/2001 *“Para la modificación de la O. C. 321/95 T y P en lo referente a barreras de seguridad metálicas para su empleo en carreteras de calzada única”*.

— *Orden circular nº309/90 c y e sobre hitos de arista*.

— Norma de carreteras 8.3.-I.C. *“Señalización de Obras”* de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

6. SEÑALIZACIÓN

Al estar situada la zona de proyecto en un área periurbana con presencia de trabajadores de empresas cercanas,peatones,.. se han considerado condiciones de área suburbana.

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Marcas viales proyectadas

Teniendo en cuenta los criterios especificados en la Norma según la velocidad máxima permitida (80 km/h) y la sección transversal de la carretera, se han fijado las siguientes marcas:

- Líneas discontinuas de eje: M-1.2 y M-1.3 de 10 cm de ancho, para separación de carriles de diferente sentido de circulación con posibilidad de adelantamiento, y M-1.7 de 30 cm de ancho para separación de carril en salidas o entradas de la calzada y carriles especiales.
- Líneas continuas de eje: M-2.1 de 10 cm de ancho para separación de carriles de mismo sentido y M-2.2 para ordenación de adelantamiento en carreteras de dos carriles y doble sentido de circulación.
- Líneas continuas de borde: M-2.6 de 10 cm de ancho en bandas laterales de calzada.
- Líneas transversales discontinuas: M-4.2 de 40 cm de ancho en línea de ceda el paso.
- Líneas transversales continuas: M-4.1 de 40 cm de ancho para línea de detención.
- Marcas viales pintadas: M-5.1 y M-5.2 de flechas de dirección en viales de velocidad mayor y menor de 60 km/h respectivamente, M-6.5 de señal de ceda el paso, M-7.1 de delimitación de isletas mediante cebreado.

En los planos de *Señalización y seguridad vial* se indica la situación y definición geométrica de las marcas viales.

Velocidad de código

Según el *Reglamento General de Circulación* para las características geométricas de la sección transversal proyectada establece una velocidad máxima de circulación 100 km/h pero se va a limitar a 80 km/h por razones ambientales (emisiones de CO₂ y humos).

SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Tipos de señales:

Según lo especificado en las normas mencionadas al principio de este anejo, se ha proyectado la serie “A” de señales de código para el tronco de la carretera objeto del proyecto. Se habría de utilizar la serie tipo “B” en las vías de servicio y la serie tipo “C” en los accesos desde la carretera N12.

Carteles:

En los planos de *Señalización y seguridad vial* se indica la situación y definición geométrica de los carteles proyectados.

En los planos se pueden encontrar la posición de todos los elementos.

4. BALIZAMIENTO

Se han utilizado varios tipos de dispositivos de balizamiento.

DISPOSITIVOS EN OBRA DEFINITIVA

Paneles de curvas: se han dispuesto carteles direccionales en aquellas curvas donde la velocidad de acercamiento considerada, sea superior a la que permite las condiciones geométricas de esta es decir, en las salidas de la N14 hacia la N12.

Elementos de balizamiento reflectantes:

— Baliza cilíndrica: se disponen balizas cilíndricas verticales cada 8 metros en el cebreado definido en la nariz de las salidas de la calzada principal.

— Captafaros: se disponen captafaros cada 4 metros en el cebreado definido en la punta de los enlaces con la calzada principal, y en los bordes exteriores de las glorietas.

— Hitos de vértice: se disponen un hito de vértice en la nariz de las salidas de la calzada principal.

Hitos:

— Hitos de arista: se disponen hitos de arista normalizados cada 50 metros, a ambos lados de las calzadas de la vía principal. En la zona abarcada en este proyecto hay 3 hitos de arista.

— Hitos kilométricos: se disponen hitos kilométricos normalizados cada 1000 metros, a ambos lados de las calzadas de la vía principal. No hay en la zona abordada en este proyecto

La situación de estos dispositivos se detalla en los planos de *Señalización y seguridad vial*.

5. DEFENSAS EN LA CARRETERA N14

RIESGOS DE LA GRAVEDAD DEL ACCIDENTE

En márgenes de la carretera

Las zonas (como lagos, humedales, cursos de agua, yacimientos arqueológicos, etc.) cuya protección ha sido incluida entre las medidas correctoras de impacto ambiental, justifican la instalación de una barrera de seguridad, aun cuando no exista obstáculo o zona peligrosa al borde de la calzada.

En los demás casos, la instalación de la barrera de seguridad estará justificada donde la distancia de un obstáculo o zona peligrosa al borde de la calzada sea inferior a la que se consigna en las *Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos*.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

A los efectos de ampliación de las recomendaciones, se admite que el riesgo de la gravedad del accidente es el siguiente:

ACCIDENTE MUY GRAVE:

Paso sobre:

- Una vía férrea de alta velocidad.
- Una vía férrea por la que circulen más de 6 trenes por hora.
- Una vía férrea por la que circulen más de 6 trenes por semana, que contengan al menos un vagón cargado con gases inflamables o tóxicos, o líquidos inflamables.

Existencia de una vía férrea paralela y muy próxima a la carretera y situada a más de 1 m por debajo del nivel de ésta.

Existencia a nivel inferior de una zona contigua a una obra de paso o estructura, habitada o utilizada para almacenamiento de mercancías peligrosas o con instalaciones costosas.

Existencia a nivel inferior de una vía férrea, autopista, autovía o carretera convencional, y que en el emplazamiento de la carretera concorra alguna de las siguientes circunstancias.

- Curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las admisibles por las normas de trazado en esas circunstancias.
- Distancia entre la calzada y las barreras de seguridad o pretilas menores que la admisible por las normas de sistemas de contención de vehículos en esas circunstancias.
- Nudos complejos en los que resulta más probable un error por parte del conductor.
- Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
- Emplazamientos con una accidentalidad anormalmente elevada.

ACCIDENTE GRAVE:

Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerados como accidente muy grave, siendo la IMD superior a 10.000.

Velocidad de recorrido superior a 50 km/h.

Choque con obstáculos (tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, y elementos similares) que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma, o con pantallas antirruído.

Choque que pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

Velocidad de recorrido superior a 70 km/h:

Caída a ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1m, o a barrancos o zanjas profundas.

Intrusión en carreteras o calzadas partidas.

Accesos a puente, túneles y en pasos estrechos.

ACCIDENTE NORMAL:

Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como accidente grave.

Velocidad de recorrido superior a 70 km/h:

- Choque con piedras, árboles o postes de más de 15 cm de diámetro y postes SOS.
- Choque con carteles de señalización o báculos de alumbrado cuyo poste no esté provisto de un fusible estructural que permita su fácil desprendimiento o abatimiento ante un impacto.
- Choque con muros, tablestacados, edificios o elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno.
- Paso por cunetas:
 - Reducidas.
 - Triangulares y trapeziales de más de 15 cm de profundidad, excepto las denominadas “de seguridad” según la Instrucción de Carreteras 5.2-IC “Drenaje Superficial”, y siempre que la IMD sea superior a 1.500.
 - Zonas cuyos cambios de inclinación transversal no se hayan suavizado a razón de más de 10 cm de anchura por cada 1 % de variación de dicha inclinación y en las que el valor de ésta sea:
 - Ascendente, con una inclinación superior a la correspondiente a un talud 3:1, siendo el desnivel superior a 3 m.
 - Descendente, con una inclinación superior a la correspondiente a una talud 3:1, siendo el desnivel superior a 3 m.

Después de analizar todas las situaciones posibles de accidentes dentro de la obra proyectada, se incluyen como riesgo grave las siguientes situaciones:

Se clasifica como riesgo grave la posible invasión de calzada por vehículos de sentido contrario, el choque con elementos estructurales y la caída a zanjas profundas. El resto de los riesgos detectados en el proyecto han sido catalogados como riesgo normal.

CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

Márgenes de carretera en desmonte y terraplén

BMSNA4/120b :

Se proyecta una barrera metálica simple de una valla con separador y postes tubulares de 120 x 55 separados cada 4,0 m, de la clase designada como L2, tubular (según *O.C. 6/2001 para la modificación de la O.D. 321/95 T y P en lo referente a barreras de seguridad metálica para su empleo en carreteras*), en los márgenes de la carretera y donde el choque con los obstáculos se considera “accidente normal”.

Las zonas donde es preciso implantar esta barrera corresponden a:

- Cunetas con pendientes mayores a 6 H : 1 V.
- Desniveles con taludes superiores a 3 H : 1 V y altura superior a 3.00 m.
- Obras de Drenaje Transversal.

Para amortizar el impacto, la barrera sufre una deformación por lo que será necesario situar la misma a una distancia de 0,50 m a 0,75 m del obstáculo.

BMSNC2/120b

Se proyecta una barrera metálica simple con dos vallas simples con separador y postes cada 2,0 m, en los márgenes de la carretera en protección de pilas de estructuras y en protección de pórticos y postes de cartelería.

BMSNA2/120b

Según *O.C. 18/04* estará justificado el empleo de los sistemas para protección de motociclistas de tipo continuo cuando en los márgenes haya obstáculos o desniveles al borde de la calzada cuya distancia sea inferior a la indicada en la tabla 2 de la Orden Circular 321/95 T y P, y simultáneamente se den las configuraciones siguientes:

En carreteras con arcén mayor o igual de 1,5 m:

- En el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior a doscientos cincuenta (250) metros, como es el caso de las cuatro salidas de la N14, mientras que las dos entradas son de radios superiores.
- En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de treinta (30) km/h a la de la alineación inmediatamente anterior.

PMC2/10ab

Se proyecta un pretil metálico que consiste en una barrera de seguridad específicamente diseñada para ser colocada en borde de tablero de obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento u otras estructuras similares y que está compuesta básicamente por tres barandas horizontales de acero dispuestas a diferentes alturas soportadas por postes verticales, en zonas donde el choque con obstáculos se considera “grave”.

Las barandas superior e intermedia van fijadas a los postes a través de estribos interiores de acero conectados mediante tornillos. La baranda inferior conecta con el poste por intermedio de un dissipador tubular.

Las zonas donde es preciso implantar esta barrera es en los bordes de las calzadas en la obra de paso

CURVAS:

Se han colocado barreras de seguridad en el borde exterior de todas las curvas que se desarrollan en terraplén.

ELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTENCIÓN

Una vez vistas las condiciones que debe cumplir el sistema de contención, se eligen del *catálogo anexo a la Orden Circular 321/95 T y P* los sistemas de contención adecuados, teniendo en cuenta como características importantes el precio, la disipación de energía, el redireccionamiento y conservación para el tráfico previsto.

En las condiciones de riesgo grave, las barreras elegidas son las que se determinan a continuación:

Para todos los riesgos catalogados como muy graves, se ha elegido la barrera metálica de referencia PXPJ6/1-14c.

En las condiciones de riesgo grave, las barreras elegidas son las siguientes:

Para la protección de elementos estructurales de pasos superiores, se ha elegido la barrera metálica de referencia PMC2/10a.

En las condiciones de riesgo normal las barreras elegidas son las que se determinan a continuación:

Para todos los riesgos catalogados como normales, se ha elegido la barrera metálica de referencia BMSNA4/120b.

Se proyecta una barrera metálica simple con dos vallas simples con separador y postes cada 2,0 m de referencia BMSNC2/120b, en los márgenes de la carretera en protección de pilas de estructuras y en protección de pórticos y postes de cartelería.

Se proyecta una barrera metálica para protección de motoristas con referencia de referencia BMSNA2/120b, en el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior a doscientos

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação de Oporto”

cincuenta (250) metros y en las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de treinta (30) km/h a la de la alineación inmediatamente anterior.

En los planos de detalle de *Señalización y seguridad vial* se definirá la posición, los detalles y las características más importantes de estos dispositivos.

Anejo 22

Plan de Mantenimiento

Índice

1. Objeto y Razón de ser.....	3
2. Estrategias y programa de conservación.....	5
3. Inspección.....	7
4. Tipos de inspección.....	9
5. Medios y requisitos necesarios para llevar cabo la presentación..	10
6. Medios humanos.....	10
7. Medios materiales.....	11
8. Fichas de inspección.....	15
9. Ficha de inspección de la obra de paso en la N14.....	15
10. Reportaje fotográfico.....	20
11. Ficha de Fallas.....	20
12. Evaluación.....	20
13. Dictamen de la inspección.....	21
14. Factores que intervienen.....	21
15. Determinación de la capacidad resistente del puente.....	22
16. Criterios de evaluación del estado del puente.....	22
17. Criterios de priorización.....	23
18. Jerarquización de los trabajos de rehabilitación.....	26
19. Mantenimiento.....	27
20. Problemas que se pueden presentar en la obra de paso y sus posibles causas.....	29
21. Mantenimiento rutinario.....	31
22. Acciones y procedimientos más comunes.....	34
23. Resumen de tareas para la conservación.....	37
24. Costes de conservación del pavimento de la carretera N14.....	39

1. OBJETO Y RAZÓN DE SER

El objetivo general de este anejo es exponer y analizar las etapas de la conservación de la obra de paso en cuanto a la supervisión, evaluación y mantenimiento se refiere con la finalidad de proponer una guía práctica, analizando los recursos para la inspección, los métodos de evaluación y los procedimientos de mantenimiento, en el proceso de la conservación y explotación de la obra de paso de la carretera N14.

La infraestructura del país y su desarrollo constituyen la plataforma más importante para su crecimiento económico. En este contexto la infraestructura que permite la comunicación por vía terrestre, se ha convertido en un elemento de gran trascendencia de integración nacional, al permitir el desplazamiento de su población a lo largo del territorio nacional y al poner en contacto a productores, distribuidores y consumidores para hacer realidad la actividad económica.

Numerosos puentes de la red portuguesa de carreteras presentan daños importantes, como consecuencia de la acción agresiva de los agentes naturales y del crecimiento desmesurado de las cargas.

El deterioro causado por los agentes naturales es común a todas las obras de la ingeniería civil y es el resultado de un proceso mediante el cual la naturaleza trata de revertir el procedimiento artificial de elaboración de los materiales de construcción y llevarlos nuevamente a su estado original. De esta manera, el hormigón, roca artificial formada por agregados pétreos unidos con cemento y agua, por efecto de los cambios de temperatura, la intemperie y otros agentes, se agrieta y se desconcha y tiende otra vez a convertirse en arena, grava y cemento separados. Así mismo, el acero, formado por hierro con un pequeño agregado de carbono, es un material artificial inexistente en la naturaleza, que por efecto de la oxidación tiende a convertirse en un material más estable.

Por lo que se refiere a las cargas rodantes, el desarrollo tecnológico ha propiciado la aparición de vehículos cada vez más pesados en respuesta a la demanda de los transportistas que encuentran más lucrativa la operación de vehículos de mayor peso y, por otra parte, el desarrollo económico ha reflejado en un notable incremento del parque vehicular.

Esta situación explica los daños en las estructuras de pavimentos y puentes, causados por el aumento de las sollicitaciones mecánicas al aumentar el peso de las cargas rodantes y por la disminución de resistencia por efecto de la fatiga estructural ocasionada por el efecto de frecuencia en la aplicación de esas cargas.

Por estas razones, las entidades responsables de la explotación de la red de carreteras deben considerar la conservación de los puentes como una parte obligada de su función a fin de mantener los niveles adecuados de seguridad y servicio de las estructuras.

Desafortunadamente, existe un considerable rezago en la conservación de los puentes que se traduce en un deterioro creciente de su estado físico. Entre las razones que explican, pero no lo justifican, pueden señalarse las siguientes:

- Escasez de recursos. La crisis económica en la que se ve inmerso el país, motiva a un considerable descenso del gasto público y una minimización de recursos disponibles para llevar a cabo la conservación. Por el contrario la crisis debe ser motivo para conservar con mayor esmero la infraestructura existente ya que, de destruirse, sería imposible restituirla por la

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

escasez de recursos. Cabe destacar que la actual obra de paso de la carretera N14 se va a restituir porque no es capaz de absorber el carril adicional por sentido que se ha de implantar para dar el nivel de servicio por el que ha estado proyectado.

- Preferencia a la estructura térrea. Los limitados recursos asignados a la conservación de la red se han canalizado en el pasado fundamentalmente a la atención de la estructura de pavimentos debido a que los materiales que la conforman son más vulnerables que los predominantes en los puentes, lo que motiva daños más extensos y más frecuentes. Los materiales de los puentes son ciertamente más durables, pero no son eternos y su falta de conservación puede destruirlos, ocasionando pérdidas económicas cuantiosas e interrupciones más prolongadas del tránsito que con los pavimentos.

- Carencia de cultura de conservación. En una sociedad subdesarrollada existe poca conciencia sobre la necesidad de conservar las obras, tanto públicas como privadas.

Aun cuando por su longitud, los puentes representan una porción pequeña de la red, constituyen eslabones vitales que garantizan la continuidad del funcionamiento de toda la red. Su colapso ocasiona, frecuentemente, pérdidas de vidas y cuantiosas pérdidas económicas, tanto por la obra destruida como por la interrupción o demora de la operación. Por estas razones, conservarlos es una necesidad esencial.

De acuerdo con los numerosos estudios realizados en todo el mundo, un nivel mínimo recomendable de inversión para la conservación de estructuras viales es el 2% de la inversión inicial para la conservación de esas obras.

Desafortunadamente, por muchos años, por las razones antes mencionadas, los presupuestos asignados fueron nulos o mucho menores a la cifra señalada, lo que ha propiciado una grave acumulación del deterioro.

En una evaluación reciente de los puentes en Portugal, se estimó que, aproximadamente en el 60% del total, se requerían acciones importantes de rehabilitación.

Es oportuno mencionar que el problema planteado no es exclusivo de Portugal, si no que existe en numerosos países y con mayor agudeza en los países más desarrollados que tienen estructuras viales más extensas y más antiguas. En los Estados Unidos, por ejemplo, existen en la red federal de carreteras 574,000 puentes, de los cuales 200,000 deben reemplazarse o reforzarse por obsolescencia funcional o por insuficiencia estructural, a un costo de 50,000 millones de dólares, que se invertirán en un lapso de 20 años.

Adicionalmente, en Francia, los 6,700 puentes de la red principal de carreteras requieren una inversión anual de 40 millones de euros durante 20 años. De esta inversión, un tercio se destinara a acciones preventivas de mantenimiento y dos tercios a la rehabilitación o reemplazo del 25% de esas obras.

Por otra parte, es importante señalar que existen numerosos puentes que se encuentran desprotegidos, porque las entidades que los administran, quizás fundamentalmente por la carencia de recursos, no han realizado acciones sustantivas para su conservación. Se trata de los puentes de las redes secundarias y de los puentes de los caminos rurales. Aunque estos puentes soportan, en general, volúmenes de tránsito mucho menores que los de la red troncal, muchos de ellos tienen una gran antigüedad y un deterioro severo como consecuencia de una escasa o nula conservación, por lo que constituyen un grave peligro para la seguridad pública.

2. ESTRATEGIAS Y PROGRAMA DE CONSERVACIÓN

El deterioro de las obras de paso es debido, principalmente, a factores como: edad, diseño, defectos de construcción, incremento de cargas, medio ambiente adverso y a un mantenimiento inadecuado y diferido.

Sin duda que la capacidad para establecer objetivamente las prioridades y de formular estrategias adecuadas para atenderlas, depende de que se logre un programa eficaz que permita, en primer término, preservar la inversión en la estructura y proporcionar niveles continuos y adecuados de seguridad y comodidad a los usuarios.

En Portugal hay muy pocos programas establecidos para la conservación de puentes.

Conviene señalar que para que los programas implementado para la conservación de carreteras funcione, debe cumplir mínimamente los siguientes puntos:

- 1.- Uniformizar los criterios de inspección general de la conservación de la Carretera.
- 2.- Actualizar sistemáticamente la base de datos del estado del puente, por lo menos una vez al año.
- 3.- Contar con los recursos necesarios para mantener el sistema en operación, sobretodo recursos financieros, mayor apoyo en los presupuestos para conservación de puentes
- 4.- Corregir errores y detalles de diseño, conforme se vaya adquiriendo experiencia, en el campo de fallas de puentes, incluyendo el ajuste a las normas de diseño existentes.
- 5.- Una buena planeación de los programas de conservación de puentes.

En este proyecto, la parte que le toca al proyectista es el punto número 5; se tratará de definir todas aquellas acciones, y sus procedimientos, a realizar para garantizar la conservación de la infraestructura y su funcionalidad a lo largo de la vida útil establecida.

Se debe trabajar con una calidad integral, para un buen funcionamiento y mínima conservación, ya que con ello se pueden alcanzar los grandes objetivos fijados en los planes de desarrollo y que se traducen, en última instancia, en elevar la calidad de vida de los habitantes de Oporto.

El no llevar un control de calidad, trae como consecuencia problemas importantes.

La calidad implica el estricto cumplimiento de las acciones bajo los parámetros clásicos de control de obras que todos conocemos: tiempo-coste-calidad, enmarcados dentro de la premisa de seguridad.

El concepto anterior no debe limitarse, por lo generalizado de asociar la calidad con laboratorios, únicamente al cumplimiento de normas y especificaciones, sino en su más amplia acepción del concepto para el cumplimiento del contrato, dentro de lo siguiente:

- 1.- Tiempo. Suministro total de recursos oportunamente, cumplimiento de plazos, verificación de rendimientos, uso de programas de camino crítico, etc.
- 2.- Coste. Análisis del mercado local, condiciones impositivas, entorno económico, vigilancia de la aplicación de los procedimientos de construcción, verificando rendimientos y coste en general de la obra. Cumplimiento del proyecto (materiales, geometrias, etc.) vigilando

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

oportunamente que dichos proyectos contemplen el volumen total de la obra, y por ultimo, la aplicación de los precios unitarios pactados.

3.- Calidad. Cumplimiento de todas las especificaciones del proyecto en cuanto a características o normas (EN, ISO, NLT, etc.) haciendo uso, para el control de las mismas, de todas las pruebas establecidas.

Los dos primeros parámetros (coste y tiempo), en ocasiones, por necesidades de la obra, pueden ser susceptibles de modificarse o variar, sin embargo debemos pugnar porque esto no ocurra; pero este por ningún motivo debe ser el caso de la calidad, debido a las especificaciones existentes, por lo que siempre debemos ver que la calidad no cambie.

El concepto de calidad total o calidad integral se requiere para que la obra cumpla óptimamente para el fin que está siendo diseñada dentro de los parámetros de servicio y funcionalidad. La calidad total o calidad integral debe servir para la prevención y no la corrección.

Con el fin de cumplir con el proyecto, y este tenga una calidad total, se utilizan, por lo general, tres tipos de especificaciones para el proyecto: de proyecto, de materiales y de diseño.

Las especificaciones de proyecto, junto con los planos, suministra a los contratistas información completa referente a los requisitos precisos establecidos por el propietario y el ingeniero para la estructura terminada.

Las especificaciones de materiales son establecidas principalmente por los códigos y el Pliego (PPTP y PG-3) y las especificaciones de diseño son facilitadas en los reglamentos y las instrucciones que dictan el criterio mínimo aceptable para diseño.

Aunque la obra se apegue a los estándares del proyecto en cuanto a la resistencia, compacidad, relación a/c, curado y recubrimientos, y estos sean logrados satisfactoriamente; solo se garantiza que la velocidad de degradación no será muy rápida, pero en ningún caso que la durabilidad del hormigón armado y/o pretensado no será indefinida.

Existencia de Neoprenos

Los neoprenos en los apoyos del puente tienen tres ventajas importantes, son económicos, efectivos y no requieren de mantenimiento elevado.

A) ECONOMÍA

Debido a la sencillez del proyecto, facilidad de fabricación y bajo costo de los materiales.

Los apoyos de neopreno no tienen partes móviles, constan simplemente de placas de neopreno de 2.5 cm aproximadamente de espesor colocada entre la entrega de las vigas y el dintel o los estribos.

B) EFECTIVIDAD

Una ventaja muy importante del apoyo de neopreno es su efectividad como medio para la transferencia de la carga. Cuando soporta cargas de compresión el neopreno, absorbe las

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

irregularidades de la superficie y de esa manera las imperfecciones salientes como los crujidos que tiene la superficie de hormigón que soporta la carga.

No hay manera de que el apoyo sea inutilizado por la corrosión y que se transmita así un empuje excesivo al dintel o estribo sobre los que apoyan los neoprenos

C) MANTENIMIENTO

La tercera ventaja importante de un apoyo de neopreno es que necesita menos conservación que cualquier otro elemento del puente.

El neopreno actualmente se usa para apoyos de puentes por dos razones importantes: tiene las propiedades físicas que se requieren y es altamente resistente al deterioro debido al intemperie. A continuación se enumeran las características representativas del Neopreno:

1.- Resistencia. La resistencia del neopreno a la compresión es mas que suficiente para soportar las cargas del puente. El apoyo de neopreno puede soportar cargas a la compresión de hasta 150 Kg/cm². Además la mayor parte de la deformación plástica tiene lugar en los primeros diez días de carga.

2.- Durabilidad. En su resistencia al deterioro en neopreno es marcadamente superior a cualquier hule sintético y a cualquier otro que pudiera satisfacer los requisitos físicos de las placas de apoyo para puente. La vida útil de un neopreno es de aproximadamente 40 años. Sin darle ningún tipo de mantenimiento hasta 35 años. Cuando un apoyo de neopreno se somete a la acción de una carga se deforma verticalmente. La deformación vertical no debe exceder del 15% del espesor antes de ser comprimido el apoyo. Cuando la deformación en compresión es mayor que 15% se producen esfuerzos internos dentro del neopreno que aceleran la rapidez de la deformación plástica y aceleran la rapidez del agrietamiento debido a la intemperie.

3. INSPECCIÓN

El termino conservación de estructuras es el conjunto de operaciones y trabajos necesarios para que una obra se mantenga con las características funcionales, resistentes e incluso estéticas con las que fue proyectada y construida. Y se puede dividir este conjunto de operaciones y trabajos en tres fases.

-Inspección

-Evaluación

-Mantenimiento.

La primera de estas fases queda definida como el conjunto de acciones técnicas, realizadas de acuerdo con un plan previo, que facilitan los datos necesarios para conocer en un instante dado el estado de la estructura.

Al ser una obras civil es necesario el establecimiento de una inspección sistemática de las misma como única fuente para suministrar datos sobre la detección de los daños y la evaluación de su estado.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

El concepto de seguridad va de la mano con los puentes, por lo que la opinión pública no admite el más mínimo riesgo de colapso en estas estructuras, aunque éste en realidad siempre exista puesto que técnica y económicamente la seguridad absoluta es imposible.

Se pueden distinguir dos tipos de fallas: las que se denominan catastróficas, caracterizadas por ser completas y repentinas y, por tanto no anticipables por una inspección. Y las fallas por degradación, cuya característica principal es la de ser graduales y parciales y por lo tanto evitables mediante una inspección sistemática.

En cierta forma, unido al concepto de seguridad, aparece el de funcionalidad o mantenimiento de las condiciones de servicio. El puente debe ser capaz, con un aceptable grado de probabilidad, de cumplir con las funciones para las que fue diseñado sin hacer gastos innecesarios. Si el deterioro de las estructuras comienza desde el mismo momento en que son construidas, parece obvio que desde el mismo momento que son construidas, es necesario tener una vigilancia que asegure que se tomen a tiempo las medidas adecuadas para el mantenimiento del puente y así se logre la máxima economía. En este sentido hay que considerar no solo los costos directos de reparación de la obra, sino los indirectos que pueden originarse como consecuencia del retraso en reparar el daño, ya que la obra puede llegar a incumplir parcial o totalmente la función para la que fue creada con la correspondiente pérdida económica que ello supone.

El programa de inspecciones sistemáticas proporciona los datos necesarios para la toma de decisiones sobre mantenimiento, reparación, refuerzo o sustitución de la estructura y sus componentes.

La organización de la inspección sistemática de la obra de paso será función, en gran medida del propio sistema de gobierno y administración del país por lo que no se entrara aquí a considerar los distintos sistemas adoptados.

Según las estadísticas, cualquier puente experimenta un deterioro bastante rápido en los 25 primeros años de su vida, se estabiliza durante 20 años y por último cae en picado hasta morir alrededor de los 50 o 60 años. Los modelos de predicción de la deterioración se establecen siempre en función de la calidad del diseño de la construcción y la influencia externa.

La única forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos del puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparados a tiempo.

Para obtener una información satisfactoria, las inspecciones deben llevarse a cabo con una cierta periodicidad.

Normalmente se hacen, varios tipos de inspección con distintas finalidades:

- 1.- Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
- 2.- Para evaluación estructural.
- 3.- Para permiso de tránsito de cargas especiales.

4.- Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hacen en forma anual, al efectuarse en inventario de las necesidades de todos los conceptos del camino. Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 o 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser esta tipo de inspecciones de carácter minucioso y que requieren herramientas y equipo apropiados, por lo general se recurre a empresas especializadas, para ello se revisan todos los puentes localizados en la ruta o rutas escogidas, determinando normas, especificaciones y preceptos que deben cumplirse durante la transportación, incluyendo la construcción de desviaciones, recalces, apuntalamientos o reforzamientos que se requieran de acuerdo con la normativa.

Por fenómenos meteorológicos o por colisiones o impactos provocados, principalmente, por accidentes, se presentan situaciones de emergencia, como asentamientos, erosiones, socavaciones, etc., que deben evaluarse inmediatamente.

4. TIPOS DE INSPECCIÓN

Las inspecciones se requieren para la detección y evaluación de daños, existen tres tipos:

INSPECCIÓN PRELIMINAR: A realizarse, por lo menos, una vez al año en cada puente por parte de personal local no especializado en puentes, pero si, preparado específicamente para la identificación y evaluación de daños. La brigada de inspección debe estar formada, por lo menos, por tres técnicos y uno de ellos debe ser ingeniero. El personal contará con un equipo mínimo y la inspección será fundamentalmente visual. La época más recomendable para realizar esta inspección es al terminar la temporada de lluvias

Al terminar la inspección preliminar, el jefe de brigada procederá a dar una calificación del estado global de la obra. En virtud de la escasez de información y de la superficialidad de la inspección, no es posible adoptar un sistema cuantitativo sofisticado de calificación, por lo que en forma práctica se recomienda que las obras se incluyan en alguno de estos tres grupos:

Grupo "A" .- Puentes que por la gravedad de sus daños requieren atención inmediata.

Grupo "B" .- Puentes que presentan daños que deben ser atendidos en un plazo mediano (seis años), porque su situación puede degradarse a la situación "A".

Grupo "C" .- Puentes que solo presentan daños menores que se pueden corregir con tareas de mantenimiento rutinario a cargo de las brigadas de conservación.

Para la ejecución de estas inspecciones preliminares, existen actualmente dos publicaciones de ayuda, un "Formatos para la inspección de puentes y pasos a desnivel" y una "Guía para la inspección y conservación de puentes". Ambos documentos requieren ser revisados y aprobados por instituciones especialistas en puentes.

INSPECCIÓN PRINCIPAL: A realizarse, por lo menos, una vez al año en aquellos puentes que hayan sido clasificados en el grupo "A" durante la inspección preliminar.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Esta segunda inspección la realizará personal especializado en puentes y tendrá por objetivo ratificar o rectificar la calificación preliminar. Para ello deberá contar con equipos que permitan el acceso a todas las partes del puente para observar detalladamente todos sus elementos, y que permita la medición cuantitativa de las respuestas de la estructura con precisión suficiente. Con los resultados de la inspección principal, podrá calificarse cuantitativamente el estado de cada puente mediante un procedimiento pendiente de definirse.

INSPECCIÓN ESPECIAL: Se realizará por personal altamente especializado en aquellos puentes que vayan a ser rehabilitados y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto ejecutivo. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, la determinación de la naturaleza y extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños. Para esto, es necesario que se realicen con el apoyo de empresas especializadas en puentes.

5. MEDIOS Y REQUISITOS NECESARIOS PARA LLEVAR A CABO LA INSPECCIÓN

Evidentemente, el sistema más sencillo para aportar datos para el conocimiento del estado de una estructura es la simple observación visual de la misma. Para que de ella puedan extraerse datos útiles deben darse tres condiciones básicas:

- Poder ver: lo que significa poder acceder a todas las partes que se desean inspeccionar, y en su caso ayudar con medios complementarios al ojo humano.
- Saber ver: para lo cual se necesita un equipo de inspección calificado y con suficiente experiencia.
- Saber lo que se quiere ver: es decir, hay que preparar con antelación las inspecciones, estudiando el proyecto, los posibles incidentes ocurridos en la construcción y los informes obtenidos en anteriores inspecciones, si existen.

6. MEDIOS HUMANOS

El manual para la inspección de mantenimiento de puentes detalla claramente el perfil que debe cumplir el equipo que esté a cargo de la inspección y sobre todo el ingeniero a cargo, que debe tener titulación de ingeniero, un mínimo de 10 años de experiencia en inspección de puentes con cierto nivel de responsabilidad y, haber tomado un curso completo de preparación basado en el manual de formación de inspectores de puentes.

En consecuencia con ello se define que la persona encargada de ocupar ese puesto será responsable de la exactitud de la inspección, el análisis de todo lo que se descubre en las misma y las correspondientes recomendaciones para corregir los defectos.

En referencia al jefe del equipo de la inspección se le exige como mínimo una experiencia de 5 años en tareas de inspección de puentes y haber realizado un curso de preparación como el antes mencionado.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Aunque pueden variar muy ligeramente, estas condiciones son muy similares a las exigidas en otros países.

Esto no hace más que poner en manifiesto la gran importancia de establecer cursos de especialización para la formación de inspectores, del tipo de los establecidos en Francia y USA.

7. MEDIOS MATERIALES.

En la obra de paso la estructura, está a la vista, pero en muchos casos será imposible la observación detallada sin unos medios auxiliares de acceso a los distintos puntos de la misma.

Dentro de los medios auxiliares que facilitan la aproximación del personal de la inspección a las distintas partes de la estructura se incluyen desde los medios más rudimentarios y básicos (cuerdas, cinturones de seguridad, escaleras, etc.) a sistemas muy complejos como las pasarelas y canastillas desarrolladas para la inspección de puentes, pasando por sistemas integrados en la propia estructura.

Por lo que se refiere a las pasarelas para la inspección de puentes, existe una multitud de factores que hay que tener en cuenta para diseñar un tipo de estas, como son:

1. Altura de las pilas: 7.5 m.
2. Accesibilidad de la zona situada bajo el tablero: presencia de la otra vía de comunicación, N12.
3. Dimensiones del tablero: anchura total 32 m, anchura de aceras 1.5m, canto máx 2.15
4. Existencia de elementos condicionales sobre el tablero- postes de luz, mallas, barreras,...
5. Exigencias de seguridad; consideraciones económicas; versatilidad del sistema.
6. Restricciones al tráfico causadas por el sistema de colocado en posición de servicio.
7. Capacidad portante del sistema y peso del mismo.

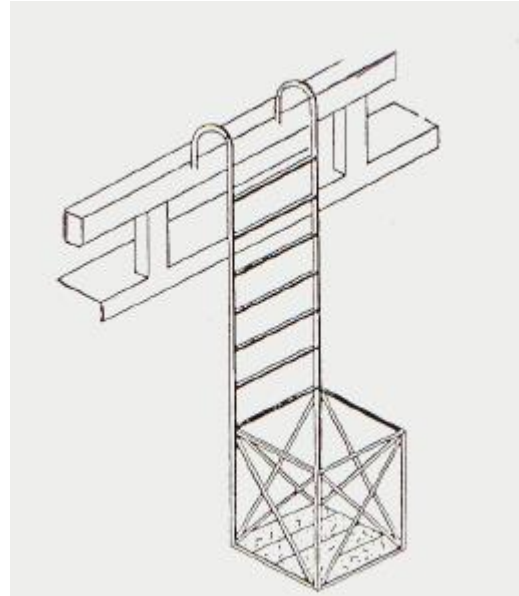
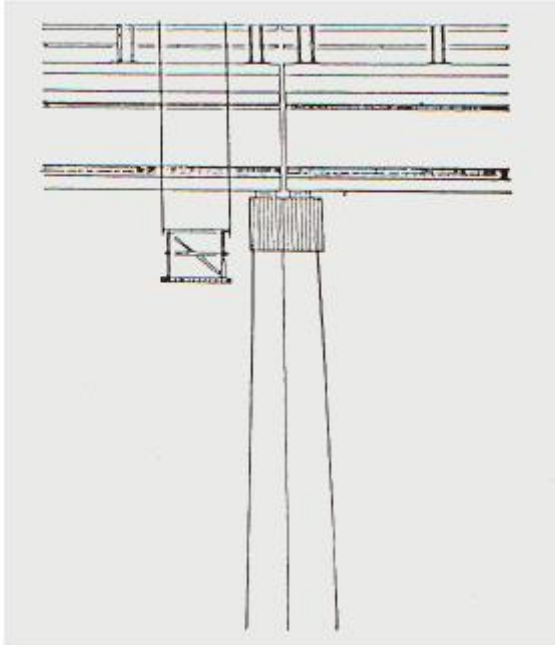
A la hora de examinar y comparar posibilidades y rendimientos de los distintos sistemas es necesario tener en cuenta aspectos tales como el peso total, peso máximo que puede soportar el elemento, tiempos de maniobra, zona del puente que resulta accesible con dicho elemento, superficie ocupada por el elemento en posición de servicio, etc.

Por lo que se refiere a las canastillas son equipos de menor costo, pero cuyo mayor inconveniente reside en la necesidad de que exista acceso a la zona situada bajo el tablero del puente, y que habitualmente solo alcanzan a una altura máxima de 20 m. En el caso abordado se cumplen estas premisas, por lo que el sistema a emplear será la canastilla.

Independientemente de los medios auxiliares que facilitan el acceso a las partes de la estructura que se deseen inspeccionar, no deben olvidarse los medios que sirven de auxilio a la

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

propia vista humana, y pueden encuadrarse dentro de estos medios auxiliares: plomadas, niveles, lupas micrométricas, catalejos, cámaras fotográficas, etc. ; hasta las cámaras de televisión y equipos de vídeo, y sobre todo los modernos endoscopios, que permiten ver y grabar en cintas de vídeo partes y zonas inaccesibles para el hombre.



Los síntomas que presenta la estructura ante una primera inspección visual, nos permite determinar el agrietamiento, las deformaciones y las flechas de la estructura, si existe carbonatación o corrosión.

Una inspección visual debe completarse con una auscultación con métodos topográficos, magnéticos, eléctricos y químicos para determinar corrimientos, posiciones de armadura, profundidades de carbonatación y contenido de ión-cloro y acercarse a la determinación del grado de corrosión de las armaduras.

Los ensayos estáticos y dinámicos sirven para conocer la variación de determinados parámetros generales del puente, como son la rigidez, el amortiguamiento, los modos de vibración, etc.

Los diferentes elementos que deben ser inspeccionados normalmente son agrupados en cuatro grandes divisiones:

1. **Cimentaciones.**
2. **Subestructura (pilares, estribos y dinteles).**
3. **Superestructura (tablero).**
4. **Equipamientos.**

Se deberán considerar los siguientes puntos de inspección:

1. **Juntas de dilatación**
2. **Apoyos.**
3. **Elementos o parámetros a observar:**
Diafragmas.

Vigas

Losa.

Flechas.

4. Subestructura:

Socavación.

Destrucción por impacto.

Hundimientos.

Desplomes.

Agrietamientos.

5. Revisión de accesos y conos de derrame.

6. Drenaje de la superestructura y la subestructura.

7. Vialidad y señalamiento.

8. Alumbrado.

Es importante observar todos los elementos del puente y tomar apuntes de los detalles y dimensiones, a fin de llenar correctamente el formato de la ficha de la inspección.

SUPERESTRUCTURA

La inspección de los elementos de la superestructura y los daños típicos que estos presentan es fundamental. Se ha de procurar vigilar las uniones del armazón, que son puntos críticos en los que se acumulan residuos que provocan la corrosión y pérdida de sección en elementos de la armadura.

Para los elementos de hormigón, en caso de existir grietas, deben observarse por un tiempo para determinar si son activas y con la ayuda de un grietometro medirlas. Debe tomarse en cuenta si han sido tratadas con inyecciones de resina epoxicas. Igual atención requieren las áreas que sufren desintegración de hormigón y la existencia de las vibraciones o deflexiones excesivas.

En los elementos pretensados (vigas doble T) es importante la vigilancia frecuente para que el agua no penetre por las fisuras ni por los anclajes ya que cualquier inicio de corrosión es difícil de detectar.

Es importante comprobar que la altura de los gálibos sean las requeridas para evitar accidentes o colisiones con las vigas o los dinteles u otro elemento del puente.

También, deben revisarse los miembros principales de la armadura que son susceptibles a daños por colisión, principalmente al paso de cargas voluminosas

SUBESTRUCTURA

Dentro del término subestructura se incluyen estribos, pilas y sistemas de apoyo. Dentro de la amplia variedad de defectos y deterioros observables en este tipo de elementos, deben incluirse en un informe las fisuras y grietas que puedan observarse y que puedan ser indicios de otros problemas relacionados con la cimentación, el mal funcionamiento de apoyos, etc.

Pilas y estribos.- Revisar su cimentación, principalmente, cuando es directa para detectar cualquier inicio de erosión, la presencia y severidad de grietas, así como mencionar cualquier cambio en la posición o verticalidad. Revisar la existencia de grietas, ya que estas pueden ser indicios de socavación o hundimientos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Apoyos.- Es importante asegurar su adecuado funcionamiento, cuidando que no existan daños en los pernos de anclaje, estén ajustados adecuadamente, libres de materiales extraños para que haya libertad de movimientos

Se debe asegurar que no exista:

Grietas por compresión, intemperie o sobrecarga.

Humedad.

Sedimentación.

Por lo regular los apoyos de los extremos son los más habituales en la intemperie y necesitan limpieza continua para asegurar su funcionalidad.

CIMENTACIÓN

Normalmente la inaccesibilidad de la cimentación hace que las posibles fallas tengan que ser detectadas indirectamente en forma de movimientos excesivos, fisuración, etc. , o a través de otros signos en la superestructura.

Por su interés con relación a posibles fallas en la cimentación cabe señalar la utilidad de dos actividades:

Nivelación del tablero.

Accesos.- Detectar la presencia de deslaves, asentamientos o rugosidades que motivan que los vehículos que se acercan al puente causen esfuerzos de impacto indeseable.

EQUIPAMIENTO

Dentro de los equipamientos se incluyen la inspección de calzada y aceras, juntas de dilatación, sistemas de drenaje, barreras, barandillas, señalización, etc.

Juntas de expansión.- Observar que tengan el espacio adecuado para los desplazamientos por efectos térmicos,... y que estén libres de basura.

Tableros.- Buscar agrietamientos, desconchamientos baches u otras evidencias de deterioro.

Señalizaciones.- Debe revisarse la presencia, la legibilidad, la visibilidad y la necesidad de las señales existentes.

Sistemas de drenaje.- Revisar el drenaje para evitar encharcamientos, que los drenes estén libres de basura y funciones correctamente.

Barreras- Buscar golpes causados por colisiones de vehículos.

9. FICHAS DE INSPECCIÓN

El archivo de datos de cada puente se puede considerar formado por dos elementos:

- Una información sobre el puente que permanece invariable (inventario)
- Una información que si se modifica con el transcurso del tiempo (datos de inspección).

Los puntos esenciales que comprenden un reporte de inspección son:

- Identificación.
- Características geométricas.
- Características funcionales.
- Características estructurales.
- Calzada y elementos auxiliares.
- Estado de conservación.
- Observaciones.

En Portugal se carece de una tradición en la inspección sistemática de los puentes y no existen documentos tales como los manuales AASHTO.

Para el caso abordado se propone adoptar una estructura de fichas de inspección que pretendan alcanzar los siguientes objetivos:

- 1.Tratar de condensar la mayor cantidad de información posible.
- 2.Reducir al mínimo las posibilidades de subjetivización de los datos recopilados.
- 3.Conseguir que un formato fuera guía de los elementos a inspeccionar en una estructura.

Por ello se adopto una estructura de campos relativamente complicada, pero en la que el inspector encargado de llenarla solamente tuviera que rellenar con cruces unos pequeños rectángulos.

La estructuración en capítulos de la ficha contiene en primer lugar los datos esenciales desde un punto de vista de inventario:

Capítulo 1 (datos de identificación), además de contener información general (No de puente, carretera, kilometraje, población anterior y posterior, etc.), dan una clasificación de la obra (tajea, alcantarilla, puente), detallan la singularidad salvada (cauce, canal, vías de comunicación).

Capítulo 2 (características geométricas), incluye datos tanto de la estructura (No de vanos, longitud total, luces, etc.), como del tablero (No de carriles, anchura total, etc.).

Capítulo 3 (características funcionales) recoge las limitaciones (de carga, de velocidad, de gálibo).

Capítulo 4 (características estructurales) se configura mediante campos de información en los que únicamente es necesario marcar con una cruz aquellas casillas que corresponden al caso estudiado. Los campos de información son los siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Tipología general: arco, pórtico, prefabricado, tramos isostaticos o hiperestaticos, marco, tubo, puente colgante o atirantado, etc.

Cimentación: superficial (zapatas, losas), profundas (cajones, pilotes, pantallas), y el material de la misma.

Estribos: tipología (muro frontal con aletas o muros en vuelta, estribo perdido, etc.), material del estribo (piedra, ladrillo, tierra armada, hormigón).

Pilas: No de pilas, tipología (muro corrido, fuste múltiple, prismáticas), sección, material (piedra, hormigón, otros).

Tablero: esquema estructural (alma llena o aligerada, celosía), directriz (recta o curva), sección transversal (losa maciza o aligerada), sección cajón, tablero nervurado, material.

Apoyos: Número de líneas de apoyo, No total de apoyos, tipología, material.

Juntas: Número de juntas, longitud, tipología, material.

El capítulo 5 (calzada y elementos auxiliares), contiene información sobre defensas de pilas y estribos, barreras, barandillasy pretilas, señalización, iluminación, drenes, conducciones, etc.

Finalmente el capítulo 6 se dedica a recoger información sobre el estado de conservación del puente.

Con el esquema descrito se configura una base de datos en la que existe un registro por puente con información muy diversa tanto de sus características como de su estado de conservación.

A continuación se muestra el formato tipo, para el reporte de la inspección del estado físico del puente, involucrando las características del puente.

FICHA DE INSPECCIÓN DE LA OBRA DE PASO EN LA N14

INSPECCIÓN DEL ESTADO FÍSICO DEL PUENTE

JEFE DE BRIGADA: INGXXX **FECHA :**

CARRETERA N14 “Vía Norte”

TRAMO: Oporto-Maia

SUBTRAMO: N14a-N14b

KILOMETRO: 12.5

ORIGEN: Oporto

NUM. = xxx

NOMBRE:Paso superior en la Via Norte Sobre la Rua de Circunvalação de Oporto

NO EXISTE: TRANSVERSAL A LA CARRETERA

TRAZO GEOMÉTRICO: TANGENTE

EN PLANTA TANGENTE

EN ELEVACIÓN EN CRESTA

TABLERO: ESVIAJADO 21 GRADOS con la N12

LONGITUD DEL PUENTE 92.35 MTS.

No. DE Vanos 4

LONGITUD DE CLAROS 13+28+28+23.35 MTS. Y 10.50 +28+28 +25.85

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

ANCHO TOTAL 2x16.00 MTS.
ANCHO DE CALZADA 2x10.50 MTS.
No. DE CARRILES 3+3

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

TIPOLOGIA GENERAL:

Vigas prefabricadas + losa in situ

TIPO DE SUPERESTRUCTURA HORMIGON PRETENSADO

DIAFRAGMAS NO HAY

DESCRIPCIÓN

VIGAS NUMERO 5

DESCRIPCIÓN: 5 vigas doble T de 190 cm de canto por cada tablero

ESTADO: Se encuentran en buen estado.

LOSAS

DESCRIPCIÓN: Losas de hormigón armado de 25 cm de canto

ESTADO:

FLECHAS

SE APRECIAN ___ NO SE APRECIAN .

MANDAR MEDIR

TIPO DE SUBESTRUCTURA

ESTRIBOS TIPO HORMIGÓN ARMADO

PILAS HORMIGÓN ARMADO

No. DE PILAS 2 tableros x 3bloques de pilares x 2 pilares por bloque = 12 pilares

ESTADO DE LA SUBESTRUCTURA

SOCAVACIÓN

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

HUNDIMIENTOS

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

DESPLOMES

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

MANDAR MEDIR

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

AGRIETAMIENTOS

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

DAÑOS DE IMPACTO

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

APOYOS

METÁLICO NEOPRENO ZUNCHADO

OTRO, DESCRIPCIÓN:

No. DE LÍNEAS 2X5

No. DE APOYOS POR LINEA 5

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

DESCRIPCIÓN: UN TOTAL DE 50 APOYOS

ESTADO:

JUNTA DE DILATACIÓN

EXISTE X

NO EXISTE

No: DE JUNTAS 10

LONGITUD 16 M

DESCRIPCIÓN: Juntas de compriband dañadas, formadas con ángulos y placas de acero.

ESTADO: Se encuentran en malas condiciones, probablemente el daño se debe a las pesadas cargas de

camiones que circulan en nuestro país.

REVISIÓN DE ACCESOS Y CONOS DE DERRAME

ACCESOS

EN TALUD X EN TALUD X

ENTRADA A NIVEL

SALIDA A NIVEL

ESTADO DE ACCESOS Y CONOS ;

DESCRIPCIÓN (REVISAR HUNDIMIENTOS Y DETERIOROS)

ESTUDIO DEL CAUCE

A LOS LADOS DE LA ESTRUCTURA

ARROYO Ó RÍO

CARRETERA x

FERROCARRIL

OTRO,

ESPECIFICAR:

EFFECTOS DE SOCAVACIÓN

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN:

ENCAUZAMIENTO

DEFINIDO TANGENTE EN CURVA

INDEFINIDO

CONSTRUCCIÓN (OBSTRUCCIÓN)

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN:

CALZADA Y ELEMENTOS AUXILIARES

SEÑALAMIENTO

INDICACIÓN DE EXISTENCIA DE PUENTE Y/O REDUCCIÓN DEL ACOTAMIENTO

EXISTE

ENTRADA (MD) SALIDA (MI)

NO EXISTE X NO EXISTE X

ALUMBRADO

EXISTE

NO EXISTE X

ESTADO:

PARAPETO

DESCRIPCIÓN:

ESTADO:

DAÑOS DE IMPACTO

SE APRECIAN

NO SE APRECIAN

DESCRIPCIÓN: (LUGAR Y TIPO)

DRENAJES

SUPERESTRUCTURA

EXISTE X

NO EXISTE

ESTADO:

SUBESTRUCTURA

ESCURRE

NO ESCURRE

DE DESCRIPCIÓN:

MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN:

REPARACIÓN

DESCRIPCIÓN

OTRAS PARTICULARIDADES

DESCRIPCIÓN:

EVALUACIÓN DE DAÑOS Y CALIFICACIÓN DEL ESTADO FÍSICO DE ACUERDO A LOS GRADOS A, B y C

CALIFICACIÓN: "A", "B" o "C"

A. PUENTES O ESTRUCTURAS QUE PRESENTAN UNA O MÁS DEFICIENCIAS GRAVES QUE IMPLIQUEN UN PELIGRO INMINENTE PARA LA SEGURIDAD PÚBLICA O QUE PUEDAN OCASIONAR LA INTERRUPCIÓN PROLONGADA DEL TRANSITO SOBRE EL PUENTE. ESTOS PUENTES REQUIEREN DE ATENCIÓN INMEDIATA.

B. AQUELLOS QUE PRESENTEN UNA O VARIAS DEFICIENCIAS IMPORTANTES, QUE DE NO ATENDERSE PUEDEN EVOLUCIONAR HACIA DEFICIENCIAS GRAVES. ESTOS PUENTES REQUIEREN ATENCIÓN A MEDIANO PLAZO.

C. LOS QUE SOLO PRESENTEN DEFICIENCIAS MENORES CON EVOLUCIÓN LENTA Y ÚNICAMENTE REQUIEREN DE TRABAJOS RUTINARIOS DE CONSERVACIÓN.

10. REPORTAGE FOTOGRÁFICO

Consiste en una colección de fotografías tomadas al puente de la inspección, donde se muestra principalmente: los accesos, las calzadas, las juntas de dilatación, los apoyos, las secciones transversales y longitudinales de la superestructura, los daños que presenta, etc.

Es de gran ayuda para ilustrar el estado del puente en todos sus elementos y sobre todo para mostrar los detalles de los daños del puente. Es el complemento del reporte de la inspección.

Es importante la cantidad y calidad de las fotografías para mostrar lo más detallado posible los daños de la estructura, con el fin de esbozar el estado del puente.

11. FICHA DE FALLAS

Consiste en ilustrar en un plano o planos necesarios la localización exacta de las fallas (desconchamientos, grietas, caídos, etc.), para apreciar su magnitud real y hacer más seguro el cálculo del proyecto de rehabilitación.

El estudio de fallas, al igual que el reporte fotográfico, viene a ser un complemento importante para el reporte global de la inspección, ya que hace más tangible el trabajo que se realizó en el puente.

En el estudio de fallas se indican las dimensiones reales de una grieta, áreas de resquebrajamientos, desconchamientos, caídos, etc.

12. EVALUACIÓN

Una vez se dispone de la información antes descrita (BANCO DE DATOS), puede procederse a una evaluación global del puente. La evaluación debe incluir el aspecto estructural y el aspecto funcional. En el primero, se determina la capacidad remanente de carga, o bien, se define el margen de seguridad entre las acciones aplicadas y las resistencias de los elementos estructurales.

En el aspecto funcional, se determinan las capacidades del vial del puente y se comparan con las solicitaciones respectivas. Existen técnicas para la determinación de estas capacidades para los casos más comunes y que incluyen recomendaciones para subsanar la falta o la imprecisión de los datos.

Dentro de la evaluación, debe, finalmente, incluirse una estimación de la vida remanente del puente, en función de su capacidad actual y de la evolución prevista de la demanda.

Esta estimación es generalmente controvertible, pero es necesario realizarla, porque es dato de entrada para la evaluación económica de alternativas de proyecto.

La evaluación de cada caso permite a la organización central definir la acción que debe tomarse. Cuatro son los tipos de acciones que se consideran:

Acción 0.- No hacer nada puede resultar una acción técnicamente válida en algunas circunstancias.

Acciones normativas.- Colocación de señales. Limitación de uso (imposición de peso máximo, reducción de velocidad, restricción de un solo carril, etc.)

Acciones preventivas.- Inspecciones más frecuentes, monitoreo de grietas,

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

deformaciones y asentamientos, colocación de apuntalamientos.

Acciones ejecutivas.- Se refiere a la realización de obras en el puente. Para estas obras, pueden considerarse cinco niveles de atención:

- Mantenimiento.
- Rehabilitación.
- Reparación.
- Modernización.
- Substitución.

Para el análisis económico de cada alternativa, debe determinarse:

- La extensión de la vida del puente, que se logra con las obras de conservación.
- Costos y beneficios totales de la alternativa, se incluyen: costos de construcción, conservación y operación, así como beneficios inmediatos y futuros en función de la evolución prevista del tránsito y adicionando el valor de rescate de la estructura al terminar la vida económica del puente.
- Obtención de la decisión económica calculando los valores presentes netos, aplicando la tasa de descuento usual para proyectos públicos. El valor presente neto es la diferencia de los beneficios totales a valor presente. Si esta diferencia es positiva, la acción analizada es aceptable económicamente.

13. DICTAMEN DE LA INSPECCIÓN

Al terminar la inspección, el jefe de la brigada debe evaluar el estado del puente y de acuerdo con los daños y el deterioro del mismo, debe otorgar una calificación del estado físico de acuerdo a los grados A, B y C, que a continuación se exponen.

A.- Si la estructura presenta una o más deficiencias graves que impliquen un peligro inminente para la seguridad pública o que puedan ocasionar la interrupción prolongada del tránsito sobre el puente. Estos puentes requieren de atención inmediata.

B.- Si la estructura presenta una o varias deficiencias importantes, que de no atenderse pueden evolucionar hacia deficiencias graves. En este caso, el puente requiere atención a mediano plazo.

C.- Si solo presenta deficiencias menores con evolución lenta y únicamente requiere de trabajos rutinarios de conservación.

14. FACTORES QUE INTERVIENEN

En primer lugar, para que el dictamen que se da sobre el estado del puente sea

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

confiable, es importante seguir los procedimientos recomendados de inspección, utilizar el equipo adecuado, que la brigada de inspección sea responsable y con experiencia y sobre todo que el ingeniero responsable de la inspección tenga conocimientos sobre inspecciones.

El nivel de deterioro de un puente, es el que marca, principalmente, la conclusión de la persona encargada del dictamen; aunque existen otros elementos como la estética, la seguridad, funcionalidad, etc.

La exactitud del dictamen de la inspección depende en gran medida del análisis de los daños y defectos a corregir que haga la persona responsable de emitir el fallo o la calificación del deterioro actual del puente.

El factor estético no es muy sobresaliente, es importante solo en puentes de zonas urbanas; uno de los factores más importantes es el de la seguridad sobre todo si el daño es estructural o puede poner en peligro la seguridad de los usuarios (vehiculares y peatonales), falta de barreras o barandillas

15. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD RESISTENTE DEL PUENTE

Para conocer la capacidad resistente de un puente determinado es necesario realizar un modelo matemático del mismo de la manera más fiel posible. La confección de este modelo tiene una parte fácil y otra difícil.

La primera, la fácil, es la que se refiere a las características geométricas de vinculación y de contorno, determinadas por la tipología del puente en estudio.

La segunda, la difícil, es determinar cuales son las propiedades resistentes del material que lo constituye. El área, la inercia, el módulo de elasticidad no son sino las manifestaciones más elementales de modelo de material que constituye un puente; Estas propiedades se pueden suponer cuando se trata de obra nueva, pero en un estado determinado de deterioración, es difícil suponer dichas propiedades.

Se deduce que la determinación de la capacidad resistente de un puente en un momento determinado no deja de ser una aproximación mas o menos exacta y que sin embargo es imprescindible realizar para que la toma de decisión este lo mas fundamentada posible.

Si se tuviera que determinar dicha resistencia se procedería a un ensayo de carga efectuado por el paso de camiones y se observarían las curvaturas y las deflexiones producidas. Sería una manera de obtener la rigidez de la estructura.

16. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PUENTE

Si utilizamos en primer lugar a la economía como sistema de referencia entendemos que los criterios de evaluación del estado de los puentes están inscritos en el marco más general del costo y su vida útil.

El costo depende de dos factores principales: el costo en sí del puente y el relacionado con el usuario, y todo ello dentro de un marco de referencia que es la vida útil, que se cifra en 100 años, siempre y cuando tenga un adecuado mantenimiento y hacia los 30 años se le realice una reparación importante.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

El costo en sí se compone de la suma del correspondiente a su primera instalación, al mantenimiento, a las reparaciones menores y mayores y finalmente a su sustitución.

De todo puente en servicio se puede realizar una doble lectura. Por un lado determinar que capacidad de carga tiene, lo que nos proporciona sus características resistentes actuales y previsibles en un futuro próximo y, por otro, cuáles son sus características funcionales. Estas dos propiedades resistentes y funcionales deben compararse con las exigencias mínimas, o aceptables que debe tener un puente para que cumpla su función dentro de la red vial. De esta comparación saldrá una política a seguir que permita establecer las prioridades, sobre que puentes se deben mantener, cuales reparar o rehabilitar y cuales sustituir y en que plazo.

Los inspectores, ingenieros expertos con titulación, rellenan el correspondiente formato y dibujan croquis o toman fotografías de los aspectos que le interese reflejar.

Además de realizar las tareas mencionadas hasta ahora, los inspectores deben establecer ciertos índices de estado. Estos índices son estimaciones de la extensión de las siguientes deficiencias:

- Microfisuración.
- Fisuración.
- Coqueras.
- Armaduras deterioradas.
- Eflorescencias.

También se indican las partes de la estructura donde se producen las deficiencias, distinguiéndose:

- En puentes: Tablero, pilas, estribos, aletas, etc.

El estado de los elementos del equipamiento también se codifica y se almacena.

La última tarea del inspector es evaluar si las deficiencias existentes deben ser reparadas antes de la próxima inspección y en caso afirmativo asignar las actuaciones de mantenimiento tipificadas que procedan y un grado de urgencia para efectuarlas. Esta manera de proceder proporciona un índice de estado global de la estructura.

17. CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

Los criterios de priorización deben establecerse en función de políticas generales de expansión de la red y con miras a mejorar los servicios de transporte.

El sistema de priorización está basado en valorar el nivel de deficiencia del puente, el cual se mide de 0 a 100, en la que cero es para puentes en perfecto estado y cien para aquellos puentes que requieren acciones urgentes de mantenimiento. Se califican cuatro aspectos:

- Capacidad de Carga (CC).
- Ancho del Puente (AP).
- Gálibos (G).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Condición Estructural (CE).

La calificación se obtiene de la suma, es decir:

$$ND = CC + AP + G + CE$$

Donde:

ND = Es el Nivel de Deficiencia del puente que puede tomar un valor de 0 a 100.

La suma de las puntuaciones obtenidas en capacidad de carga, ancho del puente, gálibo y condición estructural determina la puntuación total del puente en cuestión y el orden de prioridad y el tipo de actuación de mantenimiento a realizar dentro del conjunto de los puentes analizados.

A continuación, se presenta la forma de calcular cada una de las deficiencias del puente.

La fórmula que define el nivel de deficiencia por capacidad de carga, se define como:

$$CC = WC * 1/5 * (NC - CR) * (0.6 * K1 + 0.4 * K2)$$

Dónde:

$$K1 = (TPDA)^{0.30} ; K2 = LD * TPDA$$

WC = Es un factor de peso para la deficiencia en la capacidad de carga, que, para este sistema, se considera 40 puntos.

NC = Es el nivel deseado de capacidad de carga en Ton.

CR = Capacidad de carga registrada en Ton.

TPDA = Transito promedio anual.

LD = Longitud que un vehículo tendría que recorrer, en caso de falla del puente, en metros.

Esta fórmula supone que el costo del transporte se incrementa linealmente con la deficiencia en la capacidad de carga del puente, además, se introdujo un término no lineal que toma en cuenta el deterioro del puente por el paso de vehículos con exceso de carga.

DEFICIENCIA POR GÁLIBOS (G).

La formula para el cálculo de esta deficiencia está dada por:

$$G = GI + GS$$

Donde:

$$GI = WG * (GID - GIR) * TPDA$$

$$GS = WG * (GSD - GSR) * TPDA$$

Donde:

WG = Es un factor de peso para la deficiencia en gálibos que para este sistema vale 10 puntos.

GID = gálibo inferior deseado en metros.

GIR = gálibo inferior existente en metros.

GSD = gálibo superior deseado en metros.

GSR = gálibo superior existente en metros.

GI = Deficiencia en el gálibo inferior.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

GS = Deficiencia en el gálibo superior.

TPDA = Transito promedio anual.

La fórmula para GI esta graficada en el manual de mantenimiento de puentes para distintos valores de (GIR - GID), que como se puede ver, es lineal asumiendo que los costos de los usuarios asociados con los gálidos incrementan linealmente con el TDPA.

Para la formula de GS se ocupa la misma gráfica solo que las rectas de los valores de (GIR-GID) pasan a ser los valores de (GSD-GSR).

DEFICIENCIA EN LA CONDICIÓN ESTRUCTURAL (CE).

Para calcular esta deficiencia, se utilizan las siguientes fórmulas:

CE = 0 para IC > 8

CE = WE para IC ≤ 3

CE = WE * (1.6 - IC/5) para 3 < IC < 8

Donde:

$$IC = (2 * ICSUB + 2 * ICSUP + ICR + 3 * SOC)/8$$

Donde:

WE = Es un factor de peso para la deficiencia estructural,

IC = Índice de la condición de la estructura.

ICSUB = Índice de la condición estructural de la subestructura, tal como se define en la tabla del manual.

ICSUP = Índice de la condición estructural de la superestructura, tal como se define en la tabla del manual.

ICR = Índice de la condición de la superficie de rodamiento, tal como se define en la tabla de manual.

SOC = Índice de la condición de la socavación.

Despues de valorar estos parámetros se puede clasificar como:

CLASIFICACIÓN GLOBAL SEGÚN "SCT"	NIVEL	DESCRIPCION
"C"	9	EXCELENTE CONDICIÓN
	8	CONDICIÓN MUY BUENA
	7	CONDICIÓN BUENA
	6	CONDICIÓN SATISFACTORIA
"B"	5	CONDICIÓN REGULAR
	4	CONDICIÓN POBRE
"A"	3	CONDICIÓN SERIA
	2	CONDICIÓN CRITICA
	1	CONDICIÓN INMINENTE DE FALLA
	0	CONDICIÓN DE FALLA

17. JERARQUIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE REHABILITACIÓN

Una vez que se ha llevado a cabo todo el trabajo de inspección, el siguiente paso es el establecimiento de un programa anual de trabajos de mantenimiento de la estructura. Para ello se obtiene en primer lugar el listado de estructuras en las cuales las inspecciones han recomendado actuaciones, especificando la naturaleza y el grado de urgencia de las mismas, así estas son evaluadas y se forma una lista con las tareas a realizar.

18. MANTENIMIENTO

El mantenimiento del puente es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación de la red de carreteras.

Su objetivo final, como la de toda labor de conservación, es la del mantenimiento de todas las condiciones de servicio de la carretera en el mejor nivel posible.

La falta de mantenimiento adecuado en los puentes da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, restricciones de paso, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones de la red..., y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Las causas y razones más comunes por las que es necesario el mantenimiento de un puente son:

- 1) Errores en el proyecto, errores durante la construcción, vigilancia, mantenimiento o reparaciones inexistentes o inadecuadas.
- 2) Materiales inadecuados o deterioro y degradación de los mismos.
- 3) Variación con el tiempo de las condiciones de tráfico (cargas y velocidades).
- 4) Acciones naturales de tipo físico, mecánico o químico (intemperismo).
- 5) Acciones accidentales, terremotos, avalanchas, inundaciones, explosiones, impacto de vehículos con elementos estructurales del puente.

Según la importancia del deterioro observado, las acciones para el mantenimiento un puente se clasifican en tres grupos:

Mantenimiento rutinario.

Reparaciones.

Reforzamientos.

Como ya se ha señalado mas del 50% de los puentes teóricamente son considerados fuera de vida útil, sin embargo, resulta complicado pensar en la sustitución y en la inversión que para ello se requiere, por lo que parece más sencillo y practico continuar con un programa permanente de mantenimiento, reparación y refuerzo del puente.

El mantenimiento rutinario es una labor substantiva que debe ampliarse para evitar que crezca el número de daños.

Con los trabajos de reparación y reforzamiento, se pretende que los puentes recuperen un nivel de servicio similar al de su condición original. Sin embargo, por la evolución del tránsito, a veces no es posible obtener este resultado y se requieren trabajos de refuerzos y ampliaciones.

Cabe destacar que este tipo de acciones no se tendrán que llevar a cabo a medio plazo, por lo que no se analizará en este anejo.

19. PROBLEMAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA OBRA DE PASO Y SUS POSIBLES CAUSAS

Son muchos los problemas que se presentan durante la vida útil del puente abordado en este proyecto, a continuación se tratará de sintetizar esos problemas y las soluciones que se presentan con más frecuencia.

La presencia de agua por una inadecuada evacuación de la misma da lugar a problemas muy diversos que pueden afectar tanto a los estribos como a las pilas, tableros, vigas, apoyos, terraplenes de acceso, etc. Ya sea por la propia acción directa del agua: erosiones, socavaciones, humedad. Por su acción como vehículo de otros agentes agresivos: corrosión

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

por sales, ataque por sulfatos, disolución de ligantes en mortero, ó por jugar un papel predominante en otros fenómenos: reacción árido-álcali.

Los desperfectos originados en las zonas de apoyo y juntas por las humedad que permanentemente se presentan en tales zonas. El mantenimiento de los desagües del tablero es importante.

Las fisuras de flexión son las que se sitúan mas generalmente en la zona central del van,

Solo pueden existir fisuras inclinadas en el alma, en la cercanía de los apoyos, son fisuras producidas por el esfuerzo cortante.

Estas fisuras son activas, es decir, su abertura varia bajo el efecto diario del gradiente térmico (insolación del tablero) y bajo el de la circulación (vehículos pesados).

La razón esencial de esta fisuración es un pretensado insuficiente ante las solicitaciones de flexión de la estructura.

Se logra el objetivo de la reparación poniendo en una obra un pretensado adicional después de haber inyectado las fisuras que estén suficientemente abiertas; el umbral de una inyección es del orden de 0.2 a 0.3 mm.

Por su proximidad al mar, las altas temperaturas del verano y los vientos dominantes, el puente esta sometido a un ambiente altamente agresivo, lo que unido a la posible mala calidad de los materiales y la alta porosidad del hormigón puede producir la alta carbonatación del mismo, acelerando la oxidación de las armaduras y el arrancamiento del hormigón en muchas zonas.

La oxidación en mayor o menor grado de la armadura activa puede ser extremadamente grave, pues es sabido que la corrosión bajo tensión es un fenómeno que produce su rotura sin previo aviso, poniendo en peligro la estabilidad del puente.

Esta corrosión por lo general puede ser debida a dos causas: recubrimientos defectuosos o insuficientes o fallos en la inyección de las vainas. Cabe destacar que en este proyecto los recubrimientos son algo mayores que los exigidos en los códigos..

Perdidas de recubrimiento, oxidación de armaduras, grietas y fisuras generalizadas en todos los elementos del puente, mas a menudo en el tablero y las zonas próximas a las juntas y los drenes.

Mal funcionamiento de los drenes del tablero, juntas no estancas y muy deterioradas.

A causa de los materiales: hormigón fabricado con áridos con elevado contenido de feldespatos (granitos, esquistos, pizarras, etc.), si después tiene un aporte considerable de agua, en este caso este tipo de áridos puede reaccionar con el hidróxido cálcico de la pasta de cemento, produciendo unos nuevos compuestos químicos: ceolitas, productos que son expansivos y que en un plazo más o menos largo producen la destrucción del hormigón.

Los procedimientos más usuales para solucionar los problemas más comunes en cada una de las etapas y para los elementos más comunes en los puentes, se sintetizan a continuación:

CIMENTACIONES.

- a) Limpiar, reponer y estabilizar la alineación y la sección.
- b) Para evitar erosiones y socavaciones: utilizar gaviones o muros de mampostería o de concreto ciclópeo.
- c) Reconstruir los conos de derrame y delantales frente a los apoyos extremos.

SUBESTRUCTURAS

A) Re-cimentación de pilas y estribos:

- Utilizando concreto ciclópeo colado bajo el agua.
- Construcción de una pantalla perimetral de micropilotes.

B) Reparación y refuerzo de pilas y estribos fracturados por socavación, hundimientos e inclinación por cargas.

- Utilizando encamisados de concreto.
- Con el adosamiento de estructuras metálicas.

C) Inyección de grietas y reposición de hormigón degradado.

D) Reconstrucción de coronas.

SUPERESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

A) Reparación de grietas en vigas o losas.

- Inyección de resinas epoxicas.

B) Para reforzar los elementos de la superestructura:

- Adosar soleras metálicas con resinas epoxicas.
- Construir sobrelosas.
- Colocar preesfuerzo longitudinal, transversal y vertical.

C) Alineamiento de superestructuras desplazadas transversalmente por asentamiento de los apoyos o por efectos dinámicos, sismos e impactos de vehículos.

DISPOSITIVOS DE APOYO

Requieren de un programa de limpieza a intervalos regulares y protegerlos con pintura o material galvanizado.

En caso de corrosión severa que impidan su funcionamiento, deben reemplazarse.

Otros casos típicos de sustitución se presentan si fisuran o si los apoyos se deforman más de lo esperado.

20. MANTENIMIENTO RUTINARIO

Las tareas de conservación se pueden clasificar en: ordinarias y extraordinarias, en función de que sean labores que se deban llevar a cabo con una periodicidad fija o de que haya que efectuarlas sólo cuando la evolución del estado del elemento a conservar lo demande.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Del primer grupo (ordinarias), se refieren básicamente a la de inspección, limpieza y pintura; mientras que las del segundo (extraordinarias) abarcan un amplio campo que va desde la rehabilitación del hormigón degradado hasta la renovación de elementos de equipamiento como juntas, impermeabilización, etc.

El mantenimiento rutinario lo comprenden aquellas actividades de mantenimiento en el puente que pueden ser realizadas por el personal de las empresas concesionarias de conservación.

Dichas actividades son:

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.

- Limpieza de acotamientos, drenes, sumideros, estribos, etc.
- Limpieza y rehabilitación de conos de derrame incluida su protección, enrocamiento o zampeado.
- Limpieza de márgenes.
- Recarpeteo de los accesos del puente.
- Reacondicionamiento de parapetos dañados.
- Limpieza o rehabilitación de las juntas de dilatación.
- Limpieza o protección de apoyos.

ACCIONES MÁS COMUNES

Las acciones del mantenimiento rutinario más comunes son las siguientes:

Limpieza de drenes, limpieza de juntas, pequeños rellenos en zonas erosionadas en los terraplenes de acceso, limpieza en zona de apoyos, pintura de barandillas, señalamientos, etc. Todas estas operaciones se llevan a cabo por los equipos encargados del mantenimiento ordinario de la carretera.

Barreras de seguridad y barandillas. El mantenimiento y renovación de las barreras de seguridad en las estructuras está sujeto a los mismos condicionantes que en el resto de la carretera. Únicamente se da el problema diferencial de la oxidación.

Aceras y canalizaciones. La corrosión de los anclajes que unen las piezas a la estructura, los movimientos diferenciales, los usos de explotación diferentes a los previstos inicialmente, etc., unidos a los defectos de la colocación inicial, dan lugar a bastantes reparaciones algunas muy costosas y complejas. Además, en ocasiones, el hormigón con el que se construyeron estos elementos es de menor calidad que el empleado en la estructura por lo que en aceras e impostas se dan comparativamente bastantes problemas de deterioro.

El pavimento. Normalmente la vida de las mezclas asfálticas sobre tableros es mucho más dilatada que en pavimentos normales produciéndose la rotura al cabo de los años por cuarteos debidos al propio envejecimiento de la mezcla y el despegue propiciado por el agua que escurre entre el pavimento y la losa.

Por otra parte es obvia la conveniencia de no reparar el pavimento añadiendo una capa sobre la existente por lo que supone de sobrecarga y en muchos casos la anulación de bordillos, drenes y juntas de dilatación.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Por consiguiente las acciones de conservación que se llevan a cabo sobre el pavimento del puente consisten en el sellado de grietas o el extendido de capas finas a base de lechadas asfálticas que regeneran las características superficiales y a la vez que mejoran la impermeabilidad de las losas.

En otros casos es necesario eliminar el pavimento existente mediante fresado o demolición, y extender una nueva capa de mezcla asfáltica previa renovación o implantación de la correspondiente capa de impermeabilización.

21. REPARACIONES

Reparaciones dentro del mantenimiento se consideran las siguientes acciones: Sellado de fisuras, inyección de fisuras, saneo de hormigón degradado, reposición de hormigón, limpieza de armaduras, impermeabilización del tablero, pintura perimetral, recolocación o recalce de apoyos, reparación o reposición de barreras o parapetos, reparación de aceras y canalizaciones de servicios, actuaciones sobre el pavimento y otras actuaciones singulares.

Estas acciones se llevan a cabo por equipos específicos una vez que se ha decidido su realización.

La reparación de los puentes enmarca las siguientes actividades en los puentes que son realizadas por personal técnico especializado (Empresas Contratistas):

- Alineamiento vertical y horizontal de tableros de la superestructura.
- Cambio de apoyos.
- Cambio de juntas de dilatación.
- Rehabilitación del hormigón degradado.
- Tratamiento de armados expuestos.
- Inyección de grietas en subestructura y superestructura.

Otro tipo de acciones es la reparación de daños producidos por golpes. Con cierta frecuencia se producen colisiones del tráfico con las obras, especialmente de vehículos que circulan con altura excesiva de carga por pasos inferiores, aunque también dentro de la propia carretera por colisionar contra pilas, etc. Estos daños cuando se producen son reparados aunque no constituyan un peligro inmediato para el buen funcionamiento de la estructura.

La reparación consiste normalmente en la eliminación del hormigón roto y su sustitución por un mortero de reparación.

22. ACCIONES Y PROCEDIMIENTOS MÁS COMUNES

Cuando el deterioro del hormigón de la estructura del puente aparece en estado avanzado, con desprendimientos en algunas zonas, armaduras pasivas al descubierto con oxidación evidente, y a veces, desaparición de la misma, armaduras activas con inicios de oxidación y sus conductos con zonas sin inyectar, falta de recubrimiento, o síntomas de fallas en los anclajes; la reparación del puente se efectuara atendiendo a los principios siguientes:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Las acciones que se llevan a cabo mas frecuentemente son:

- Impermeabilización y regeneración del hormigón de losas, pilas y estribos, consistente en:

Descubrir la cara superior del tablero y proceder a su inspección y auscultación para descubrir fisuras, zonas huecas, degradación, etc. En pilas y estribos se inspeccionan las partes visibles.

Inyectar las fisuras cuya abertura y profundidad suponga un peligro grave para la durabilidad tanto en la cara superior como inferior, y sellar el resto.

Eliminar, en el caso que existe, el hormigón cuarteado, desagregado, o separado en láminas y sustituirlo por un mortero de reparación.

Limpiar el oxido de las armaduras descubiertas y sustituirlas en el caso de que tuvieran una corrosión importante.

Mejorar en sistema de drenaje en los casos en que convenga.

Extender una capa de impermeabilización competente en la cara superior del tablero, regularizando la superficie previamente si es necesario.

Recubrir el hormigón visto, cara inferior de las losas, pilas, estribos, alzados, etc. con una pintura antihumedad y anticarbonatación transparente o de color, previo chorreado con arena.

Reparación o sustitución de elementos del equipamiento. Componen el equipamiento de un puente: los apoyos, las juntas de dilatación, los sistemas de impermeabilización y drenaje, el pavimento, las barreras de seguridad, las barandillas, las aceras, las eventuales canalizaciones para servicios, etc.

En la mayoría de los casos, además, del deterioro de estos elementos es mucho más rápido que el de la estructura por lo que normalmente una buena parte de acciones va dirigida a la reparación o renovación de los mismos.

Las acciones que se llevan a cabo son las siguientes:

Cambio de apoyos elastomericos.

Aunque presumiblemente en un futuro sea necesaria la renovación de apoyos, en las inspecciones se observará si hay roturas y/o envejecimiento que hagan aconsejable su sustitución.

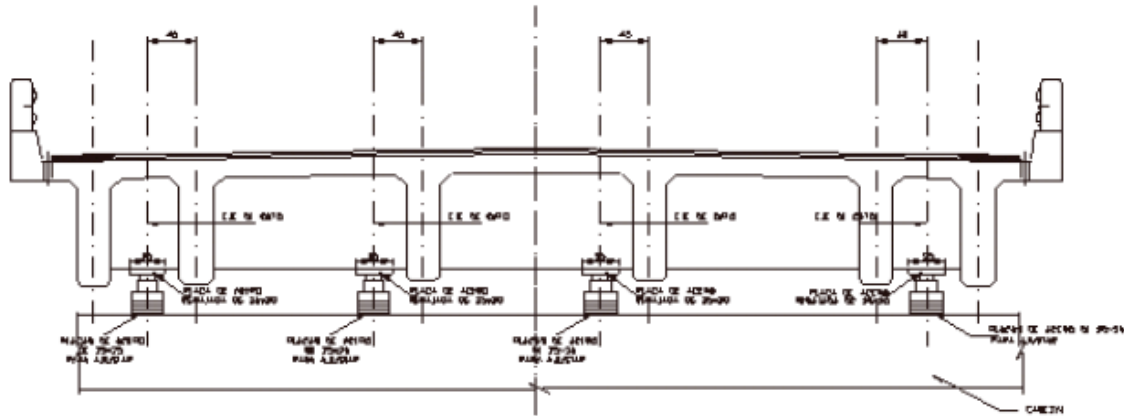
También puede ser necesario recolocar algunas pastillas de neopreno que se desplacen de su posición original como consecuencia normalmente de una mala colocación inicial y de un deficiente apoyo de la estructura.

También se puede corregir el descenso de algunas líneas de apoyos sobre estribos cimentados en terraplenes que hayan sufrido asentamientos. Estos descensos producen un quiebro brusco en el perfil longitudinal que es preciso corregir para mantener la regularidad de la rasante.

La elevación de apoyos es una de las acciones de conservación más complejas y costosas ya que exige el levantamiento del tablero mediante gatos, el desvío del trafico y la demolición parcial y posterior recrecido de los muretes de contención del firme.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

A continuación se muestra el procedimiento constructivo del cambio de apoyos:



Cabe destacar que en el caso abordado los gatos se colocaran en las vigas en la zona del dintel que permite su correcto posicionamiento. Hará falta levantar 1 cm el tablero completo.

Cambio de juntas de dilatación.

Las juntas son seguramente el elemento más delicado del equipamiento. Estas juntas, por definición, tienen la tarea de unir los espacios libres, requeridos por razones del comportamiento estructural entre dos elementos de un puente.

Una junta eficiente tiene que cumplir característicamente con los siguientes requisitos:

1. Transmisión de cargas y libertad de movimiento.
2. Durabilidad de todos los elementos de la junta.
3. Emisión baja de ruidos durante el paso de vehículos.
4. Autolimpiables.

Las acciones del tráfico inciden directamente sobre ellas mediante sollicitaciones de impacto repetitivas, lo que produce el agotamiento por fatiga o el desgaste de sus componentes, a los que hay que añadir la corrosión de los elementos metálicos y el envejecimiento de perfiles de goma, morteros, etc.

Las acciones que se llevan a cabo son de dos tipos:

Reparación de juntas: sustitución de módulos retos, apretado de tuercas, y tornillos, reparación del mortero lateral roto o cuarteado, sustitución de perfiles de goma envejecidos o despegados.

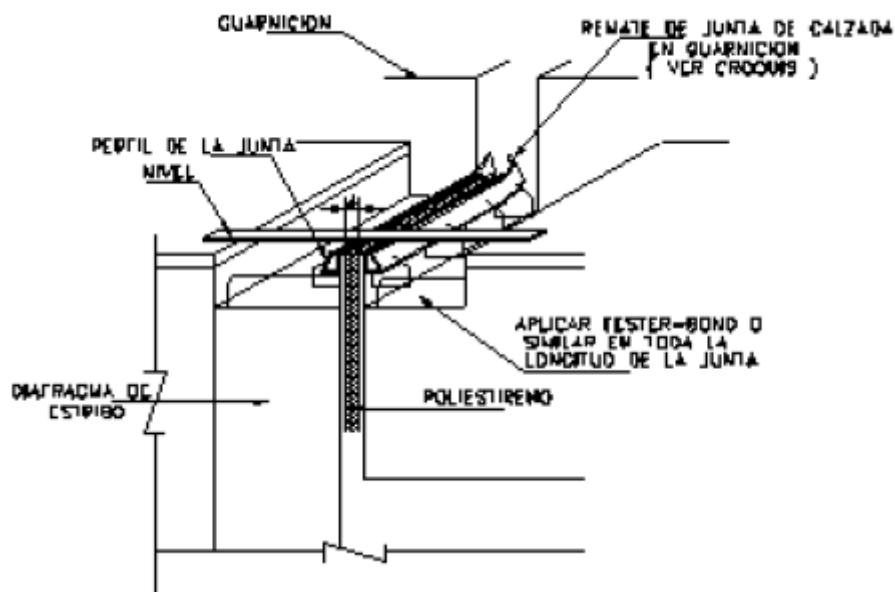
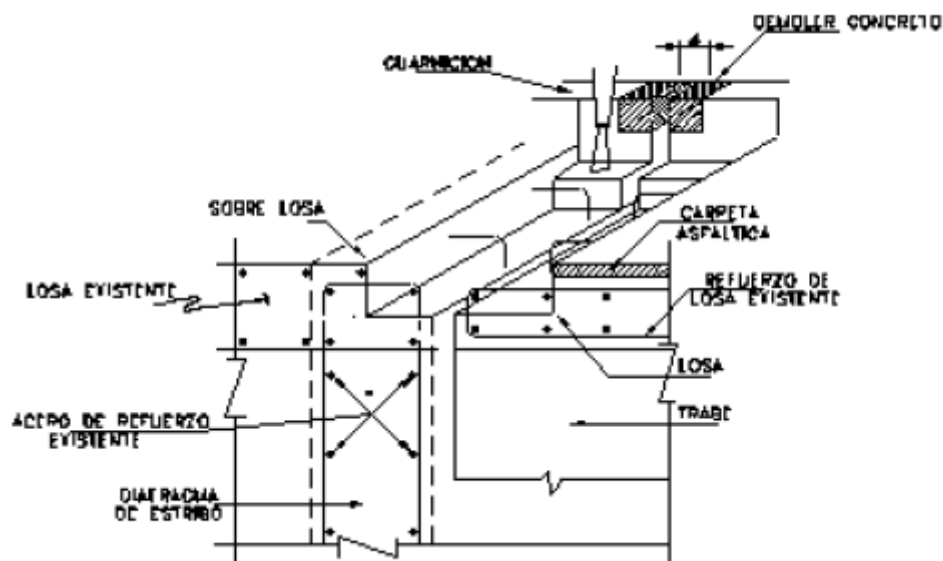
Renovación de juntas: cambio de la junta por una nueva. En este caso es posible en bastantes ocasiones colocar una nueva junta más sencilla que la original debido a que los movimientos iniciales de la estructura (fluencia, retracción, etc.) no han de tenerse en cuenta.

Procedimiento constructivo de modernización de junta de calzada:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

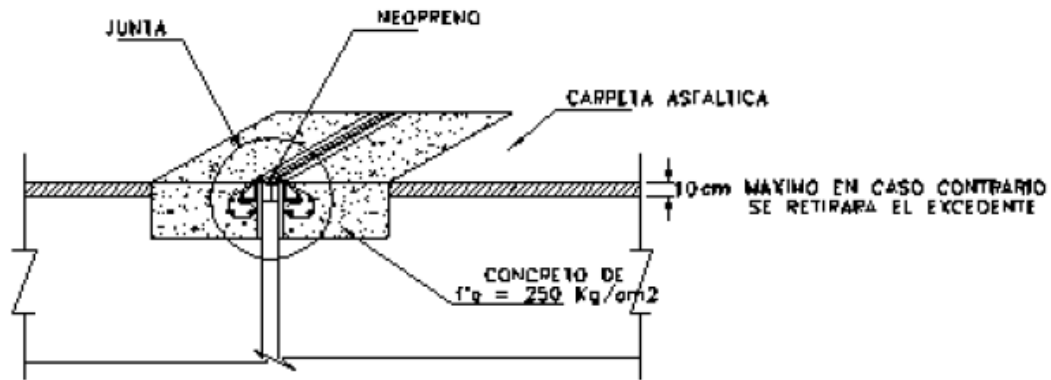
- 1.- Cortar y retirar la carpeta asfáltica en un ancho de 20 cms. En ambos lados de la junta de dilatación.
- 2.- Realizar la demolición de la losa y hasta 15 cms. dentro de la banqueta para fijar el remate de la junta de dilatación.
- 3.- Retirar ángulos y placa de acero de junta existente.
- 4.- Colocar y habilitar perfil en la calzada en ambos lados de la junta.

En la siguiente figura se esquematiza lo explicado anteriormente:



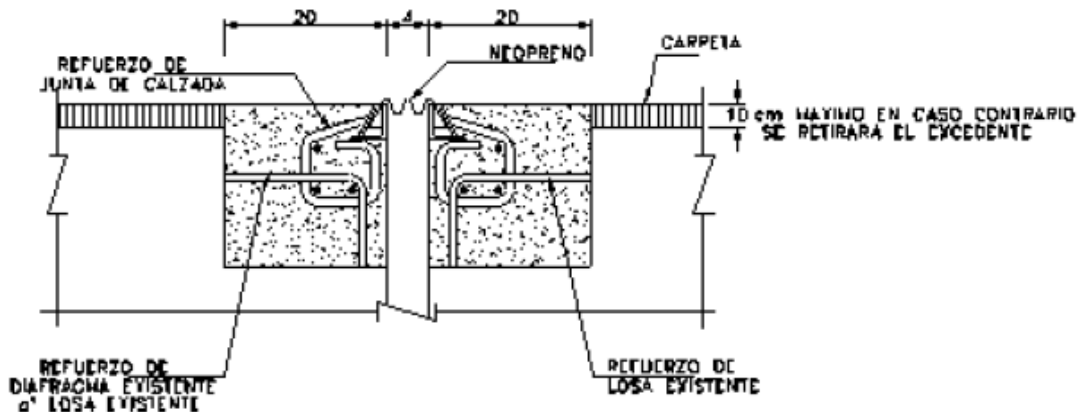
- 5.- Comprobación de la nivelación de la junta.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”



6.- Colar y vibrar perfectamente zona de juntas.

7.- una vez fraguado el hormigón se colocara el perfil de neopreno



23. RESUMEN DE TAREAS PARA LA CONSERVACIÓN

Tanto la Instrucción Provisional, como los actuales contratos de Conservación (CC), contemplan las actuaciones de conservación ordinaria, conservación ocasional y las operaciones de rehabilitación y/o mejora de los distintos elementos de la carretera (firmes y pavimentos, plantaciones, sistema de drenaje, señalización, obras de paso, etc).

El objeto del presente apartado es definir y delimitar las operaciones y actuaciones de conservación de la carretera en estudio, así como de la obra de paso, que deben efectuarse.

Dentro de las actuaciones de conservación ordinaria sobre puentes, a ejecutar en el contrato de Conservación CC, la primera a realizar es la inspección o reconocimiento de los mismos.

El reconocimiento que de forma habitual se realiza simultáneamente a la vigilancia y mantenimiento del resto de los elementos de la carretera, resulta fundamental dado que su objetivo principal es detectar lo antes posible fallos aparentes, más o menos

importantes y que a la larga podrían originar gastos importantes de mantenimiento y reparación si no son corregidos a tiempo.

Dentro de ese reconocimiento, uno de los aspectos más importantes a inspeccionar, es el estado de limpieza y funcionamiento de los sistemas de desagüe, pues un incorrecto funcionamiento de los mismos da lugar a concentraciones y acumulaciones de humedad que pueden ser origen de serios problemas estructurales.

Asimismo, aspectos a contemplar en dicho reconocimiento o inspección serán:

- Calzada del puente y sus accesos: presencia de baches, roderas, descompactaciones rotura de losas de transición, erosión en terraplenes, etc.
- Aceras: estado del revestimiento, presencia de vegetación, etc.
- Drenaje del tablero: forma de evacuación de las aguas, estado de los sumideros, falta o insuficiencia de goterones, gárgolas, drenes, conexión con colectores, etc.
- Parapetos, barandillas y barreras: verticalidad y alineación longitudinal, choques, falta de elementos, corrosión o falta de protección, estado de los anclajes, etc.
- Juntas: estado del revestimiento, limpieza, impermeabilidad, aperturas excesivas o escasas, ruidos, elementos deteriorados o perdidos, zonas de anclajes sueltos, etc.
- Zonas de apoyo: deformaciones de los aparatos de apoyo, drenaje, limpieza, estado del murete de guarda, coronaciones de pilas, presencia de vegetación.
- Tablero y estructura portante: desconchones, humedades, choques de vehículos, manchas, eflorescencias, estalactitas, fisuras, armaduras vistas, pérdidas de material (falta de piezas o pérdida de material de juntas en fábrica de piedra o ladrillo) meteorización, etc.
- Estribos y pilas: Choques, derrames y escurrimientos. defensas, derribos, pérdidas de piezas o material, desórdenes en paramentos, desplomes, etc.
- Cimentación: erosiones y socavaciones apreciables, colapsos, desmoronamientos etc.

Con independencia de esa inspección que se producirá como consecuencia del mantenimiento cotidiano de la red, una vez cada dos años se deberá ejecutar una inspección detallada que dará lugar a la elaboración de una ficha de "reconocimiento de estado" ("ficha 2"), donde quedará recogido el resultado del mismo y las propuestas de reparación correspondientes.

Como consecuencia de estos dos tipos de reconocimientos se emprenderán operaciones de mantenimiento y/o conservación ordinaria, así como operaciones de mejora y rehabilitación localizada y urgente, o se detectarán problemas que exijan otro tipo de actuaciones (inspecciones especiales, estudios especializados de detalle, rehabilitación estructural, etc.).

Dentro de las operaciones de mantenimiento ordinario, que en general no exigirán la presencia de personal y medios especializados se encuentran:

- Limpieza de calzada, aceras, juntas, etc.
- Limpieza y mantenimiento en buen estado de funcionamiento del sistema de drenaje y desagües.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

- Supresión de vegetación perjudicial.
- Arreglos localizados en el pavimento.
- Pintura de zonas degradadas en barandillas y elementos metálicos.
- Mantenimiento en buen estado de dispositivos que facilitan la inspección (trampillas, escaleras de acceso, etc.)
 - Arreglos localizados en terraplenes de acceso y protección de los mismos.
 - Reparación de encachados.
 - Limpieza de zonas de apoyo.
 - Recolocación de losetas de acceso por aceras movidas.
 - Reparación o sustitución de elementos del equipamiento como consecuencia de accidentes.
- Reparación de pequeños desconchones y pequeñas roturas por accidentes, etc.
 - Reparación del hormigón en zonas degradadas muy localizadas.
 - Reparaciones importantes solo como consecuencia de roturas locales por choque u otros accidentes en barreras, impostas, vigas, etc.

En relación con las operaciones de rehabilitación y mejora y aunque algunas de ellas se puedan realizar con los medios permanentes del contrato, en general, puede ser precisa la concurrencia de medios y personal más específico y especializado, es decir, no permanente. Entre ellas están:

- Reparación del sistema de drenaje y desagües.
- Reparación o sustitución de juntas.
- Reparaciones de urgencia en aparatos de apoyo.
- Reparación del pavimento (Se recuerda que no se ha de aumentar el espesor de dicho pavimento).
 - Protección de paramentos contra humedades, desconchones, etc.
 - Supresión de posibles vías de agua (torreteras en terraplenes..., etc.)
 - Reconstrucción o creación de dispositivos que faciliten la inspección.

No deben olvidarse las operaciones de mantenimiento preventivo que deben realizarse para prevenir o evitar degradaciones o defectos futuros. En general, estas operaciones surgen para corregir defectos u omisiones en proyecto o ejecución de obras, donde no se vio la necesidad, a veces por desconocimiento, de algunas medidas que posteriormente se manifiestan como tales. Entre ellas se pueden enumerar:

- Impermeabilización de tableros.
- Utilización de nuevas pinturas para protección contra la corrosión, carbonataciones, etc.
 - Colocación y ejecución de nuevos sistemas de drenaje, si no existen o los existentes son ineficaces (si se observa que hay filtraciones que puedan provocar corrosión de armaduras, etc.).

Conviene insistir en que son fundamentales las inspecciones y actuaciones sobre los sistemas de drenaje y desagüe del puente ya que debe asegurarse su correcto funcionamiento en todo momento, evitando escurrimientos y filtraciones. Estos aspectos adquieren aún más relevancia en zonas o itinerarios afectados por problemas de vialidad invernal donde sea habitual el empleo de fundentes, así como en aquellos con ambiente agresivo.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Dentro de la coordinación general de todas las actuaciones que lleva a cabo el Area de Conservación con los Directores de los C.C., se deberá asegurar la realización de los siguientes aspectos:

FICHA 1

Todos los puentes y obras de fábrica del tramo de conservación deberán estar identificados para lo cual se rellenará una "ficha 1" con los siguientes datos:

- 1. Carretera a la que pertenece
- 2. Calzada (1 = creciente según el avance de la kilometración o 2 = decreciente en caso contrario).
- 3. Km en el que está
- 4. Puente o pasarela
- 5. Distancia entre paramentos verticales de estribos
- 6. Número de pilas
- 7. Altura aproximada de las pilas
- 8. Foto general
- 9. Nombre y teléfono del Adjudicatario
- 10. Director del Contrato
- 11. Clave de inventario

Estos datos se enviarán al Ingeniero Director una sola vez, al inicio del contrato de conservación. Recibida la Ficha 1 el Director procederá a remitirle la Clave de Identificación y la ficha de inventario, si la hubiese, de cada puente o la confirmación de la existente (las Claves son las correspondientes al Inventario Central de Puentes de la Dirección General).

FICHA 2

Para facilitar la tarea de conservación ordinaria de la obra de fábrica es necesaria la "ficha 2" anexa. Esta ficha tiene cuatro finalidades:

- Realizar el "reconocimiento de estado anual, de forma ordenada y homogénea en la red.
- Informar al Delegado o responsable sobre la conveniencia de poner en marcha una reparación o un seguimiento.
- Obtener información sobre la evolución del comportamiento estructural de la obra de paso. Con este fin podrá ser recabada esta información por el SSGP.
- Modificar la ficha inicial del Inventario (apartado 6). La nueva ficha será remitida al Ingeniero Director cuantas veces sea modificada.

FICHA 3:

El coste de las reparaciones efectuadas durante el año se anotarán en la siguiente "ficha 3" (una por puente), confeccionada a tal efecto y que será remitida todos los años en el mes de enero al SSGP de la Subdirección General.

Esta ficha deberá contener una breve descripción de las reparaciones efectuadas, tipo de material empleado y personal que lo ha ejecutado.

- TRAMO DE CONTROL
- FECHA DE REMISIÓN
- IDENTIFICACIÓN: Puente/pasarela:
 - Carretera:
 - Calzada:
 - Pk:
- RECONOCIMIENTO: Fecha:
 - Deterioros observados:
- REPARACIÓN: Fecha:
 - Realizada por el equipo permanente/no permanente:
 - Número de personas:
 - Maquinaria empleada:
- ACTUACIONES REALIZADAS: Descripción
- MATERIALES EMPLEADOS: Mediciones
- COSTE TOTAL DE LOS TRABAJOS:
 - Mano de obra
 - Maquinaria
 - Total

Con carácter general debe resaltarse la conveniencia de normalizar y tipificar este tipo de actuaciones de mantenimiento y/o mejora de las obras de paso y su inclusión como operaciones en el soporte informático general (Programa SATCI) y la importancia del intercambio de información, comentarios, sugerencias, problemas de interpretación, etc., que se manifiesten o soliciten a este Servicio.

24. COSTES DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO DE LA CARRETERA N14

Los costes de conservación de una sección, están formados por los gastos derivados de la conservación ordinaria y los gastos derivados de rehabilitaciones extraordinarias de la sección, mediante refuerzos del firme, por ejemplo. Otro factor a tener en cuenta es que al final del período de estudio el firme mantiene un valor residual.

Como estos gastos se producen en diferentes periodos, es necesario actualizarlos a un mismo año, el de construcción, habiendo empleado una tasa de actualización para el presente estudio de $a=6\%$.

Tomamos como costes de construcción los obtenidos para las distintas secciones estudiadas apoyadas sobre suelo seleccionado 2, por tratarse de una categoría de tráfico estimada como T0, se precisa de una esplanada E3 y se estabilizará con cemento, y esto lleva a soluciones más caras.

Los gastos de conservación ordinaria de la sección, pueden estimarse en un porcentaje "b" del coste de construcción inicial de la sección, para cada uno de los años analizados. Adoptando un período de análisis de 40 años, para que la tasa de actualización influya lo menos posible, los gastos de conservación ordinaria serán:

Siendo: Cco: gastos de conservación ordinaria = $0,1505 \cdot b \cdot CI$

CI: coste inicial de construcción.

Al ser mayor el coste de la sección 031, también lo será su coste de conservación ordinaria.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação de Oporto”

Las operaciones de conservación extraordinaria previstas para cada sección se han estimado de las recomendadas en la “Instrucción para el Diseño de Firmes de la Red de Carreteras”

En la citada instrucción para tráfico T0, las actuaciones de conservación extraordinarias previstas coinciden para secciones con subbase de zahorra artificial y con subbase de suelo-cemento y difieren para secciones con subbase de grava-cemento (caso no estudiado). Son:

- Año 7: Microaglomerado (3 cm de M-10)
- Año 12: Microaglomerado + MBC (3 cm de M-10 + 4 cm de D-12)
- Año 19: Extensión de lechada
- Año 21: Fresado y reposición de 25 cm de MBC (3 cm de M-10 + 7 cm de S-20+15 cm de G-25)
- Año 29 = Microaglomerado + 1% del coste inicial (3 cm de M-10)

Como se ha dicho, ambas soluciones presentan el mismo coste de conservación extraordinaria.

El tercer factor a considerar, es el valor residual que mantiene la sección al final del período de análisis considerado, pudiéndose estimar como un porcentaje V del coste de construcción actualizado.

$$CR = (V/100) \cdot CI \cdot (1+a)^{-40}$$

$$CR = 0,0010 \cdot V \cdot CI$$

Siendo:

CR: valor residual actualizado de la sección

CI: coste de construcción inicial

Al ser el valor residual un porcentaje del coste inicial, éste también será menor para la sección en estudio

.

En definitiva, todos estos resultados sugieren la elección de la sección escogida como la más adecuada para el tronco de la carretera, sobre terreno subyacente seleccionado 2 según normativa.

Anejo 23

Control de Calidad

Índice

1. Introducción y objetivos.....	3
2. Documentos de referencia.....	3
3. Alcance y especificaciones	3
3.1 Unidades de Control	3
4. Control de calidad del hormigón.....	6
4.1 Control de calidad de los elementos prefabricados de hormigón estructural...8	
4.2 Control de calidad del acero	10
4.3 Control de calidad de los aparatos de apoyo.....	11.
5. Estrategia para la calidad	13
5.1 Control de calidad por el Contratista (Autocontrol)	13
5.2 Control de calidad de la dirección de obra (Contraste) ...	13
6. Programa de control.....	16
6.1 Terraplenes	16
7.Instalaciones de obra.....	17
8. Presupuesto para el control de calidad	17
8.1 Número de ensayos.....	18
8.2 Cuadro de precios	20
8.3 Presupuesto detallado	21

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La solución propuesta en el presente anejo del proyecto de acondicionamiento de la carretera N14 a la altura de la carretera N12 pretende definir las premisas necesarias para garantizar la calidad de los materiales y de la ejecución de los elementos que componen la obra en su conjunto.

Tiene que garantizarse el cumplimiento de todas y cada una de las premisas de calidad en los diferentes elementos que componen la obra.

El anejo que se presenta tiene como objetivo establecer los controles a realizar en los diferentes elementos y materiales para garantizar su calidad a lo largo de su vida útil definida en los códigos y normativas.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

El anejo que se presenta tiene como documentos de referencia todos aquéllos contemplados en cada una de las partes de la obra desarrolladas, para garantizar su control de calidad.

Explícitamente, se prestará especial atención a la normativa siguiente:

- EHE-08 "Instrucción de Hormigón Estructural" (2008), Ministerio de Fomento.
- RC-97 "Instrucción sobre la Recepción de Cementos" (1997), Ministerio de Fomento.
- PG-3 "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes" (2004), Ministerio de Fomento.

3. ALCANCE Y ESPECIFICACIONES

En este anejo se presentan los criterios y programa de control de calidad que tienen que realizarse en los diferentes elementos constructivos para garantizar su correcta respuesta a lo largo de su vida útil.

El programa trata el control de la recepción, el uso y la puesta en obra de los diferentes materiales que componen el proyecto, así como también los criterios y métodos de ensayo a realizar durante el transcurso de la obra. Estos ensayos se recogen, una vez obtenidos los

resultados del laboratorio, en el Libro de Control que tendrá que estar a disposición de los organismos de control e inspección correspondientes.

En definitiva, el seguimiento del programa propuesto garantiza la calidad de la obra resultante, tanto a nivel de materiales como de ejecución.

Por lo que respecta a las especificaciones del programa, se contemplan las siguientes:

- Nivel de control de aplicación, en cumplimiento de la normativa vigente.
- Los ensayos de materiales y las pruebas de servicio a realizar.
- Los controles de ejecución a efectuar, entendidos como mínimos, en función de las características de la obra, según el Libro de Control.
- Los criterios de aceptación y rechazo de aplicación de las anteriores actuaciones.

Las anteriores especificaciones se detallan en las secciones siguientes.

3.1. Unidades de Control

Explanación y préstamos:

- Base de asiento del firme.
- Taludes de las trincheras resultantes de la excavación.
- Geometría de las zonas excavadas.

Terraplenes:

- Materiales que lo constituyen.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

Suelos estabilizados con cemento:

- Materiales que la constituyen.
- Comprobación de la superficie de asiento.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

Base de zahorra artificial:

- Materiales que la constituyen.
- Comprobación de la superficie de asiento.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

Mezclas bituminosas en caliente:

- Materiales que la constituyen.
- Fabricación.
- Comprobación de la superficie de asiento.
- Extensión
- Compactación.
- Geometría.

Riegos de imprimación:

- Materiales que la constituyen.
- Superficie a imprimir.
- Dosificación.
- Ejecución.
- Geometría.

Riegos de adherencia:

- Materiales que la constituyen.
- Superficie a regar.
- Dosificación.
- Ejecución.
- Geometría.

Hormigones:

- Materiales que la constituyen.

Aceros

--Materiales

— Fabricación.

— Puesta en obra.

— Geometría.

4. Control de calidad en la recepción de materiales

A continuación se citan los requisitos mínimos para el control de calidad en la recepción de materiales.

4.1 CONTROL DE CALIDAD DEL HORMIGÓN

El control de calidad del hormigón se efectuará sobre su resistencia característica, consistencia y durabilidad, con independencia de la comprobación del tamaño de árido. Dicho control estará acorde con lo establecido en los artículos 83 a 91 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Las hojas de suministro, sin las cuales no está permitido el uso de hormigón en la obra, deberán ser archivadas por el constructor y permanecer a disposición de la Dirección de Obra hasta la entrega de la documentación final de control de calidad.

a) Control de la resistencia característica del hormigón

Independientemente de los ensayos de control de materiales de los componentes y de la consistencia del hormigón, los ensayos de control de la resistencia característica del hormigón previstos con carácter preceptivo están indicados en el artículo 86 de la EHE-08.

Los ensayos previos y característicos serán preceptivos siempre que no se tenga experiencia previa con la empresa suministradora. Sólo en este caso se realizarán dichos ensayos, según los artículos 86 y 87 respectivamente, de la EHE-08. Además, la Dirección de Obra podrá pedir la realización de cualquier otro ensayo que considere.

b) Control de la consistencia del hormigón

La consistencia del hormigón será la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su caso, la indicada por la Dirección de Obra.

El valor de la consistencia del hormigón se determinará mediante el cono de Abrams siempre que se de alguna de las circunstancias siguientes:

- Se fabriquen probetas para el control de la resistencia del hormigón.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

- Sea un caso previsto en el artículo 86 de la EHE-08.
- Lo indique expresamente la Dirección de Obra.

Los criterios de aceptación del ensayo de consistencia serán:

- Si la consistencia se ha definido por su tipo, la media aritmética debe estar dentro del intervalo correspondiente.
- Si la consistencia se ha definido por su asiento, la media aritmética deberá estar comprendida dentro de la tolerancia prescrita.

El incumplimiento de las condiciones anteriores supondrá un rechazo directo de la amasada correspondiente y la corrección de la dosificación.

c) Control de la durabilidad del hormigón

A efectos de la durabilidad del hormigón, tendrán que realizarse los controles documental y de profundidad de penetración de agua (Art. 37, EHE-08).

A través del control documental de las hojas de suministro, se llevará el control de la relación agua/cemento y el contenido de cemento para cada amasada recibida según el artículo 37 de la EHE-08. El control de la profundidad de penetración de agua se realizará para cada tipo de hormigón.

El control de profundidad de penetración de agua se efectuará con carácter previo a la puesta en obra sobre tres probetas. Sin embargo, este control no será necesario siempre que el suministrador aporte la documentación que permita el control documental de la idoneidad de la dosificación. En esta documentación deberá constar:

- La dosificación del hormigón.
- La identificación de las materias primas del hormigón.
- La copia del informe con los resultados del ensayo de penetración de agua.
- La especificación de materias primas y dosificación de las probetas utilizadas en el ensayo anterior.

Se rechazarán todos aquellos ensayos realizados con más de seis meses de antelación, sin excepción, o cuando se detecte que las materias primas o las dosificaciones sean diferentes a las especificadas.

Todos los datos de control de la durabilidad del hormigón estarán a disposición de la Dirección de Obras, si se requiriesen.

La valoración del control en el ensayo de profundidad de penetración de agua se efectuará sobre un grupo de tres probetas de hormigón. La profundidad máxima media no podrá ser superior a los 35 mm, siendo el mayor valor inferior a los 45 mm.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

La profundidad mínima media no será superior a 25 mm, siendo el mayor valor inferior a los 35 mm. Las dos condiciones anteriores deben cumplirse simultáneamente.

d) Ensayos de control de la resistencia característica del hormigón

Los ensayos de control de la resistencia característica del hormigón son preceptivos en todos los casos, teniendo que ser éstos realizados por laboratorios autorizados.

El tipo de control que se realizará en la obra será el control estadístico del hormigón especificado en el artículo 86 de la EHE-08, y se realizará para controlar tanto el hormigón armado como el hormigón pretensado y hormigón en masa.

La obra se dividirá en partes sucesivas denominadas lotes. Estos lotes estarán limitados por la tabla 92.4 de la EHE-08, que establece criterios de volumen, superficie y número de amasadas a controlar. Para la aplicación de esta tabla, no se podrán mezclar elementos de tipología estructural diferente, sino que tendrán que agruparse según la misma. En el caso de que el hormigón tenga un sello o marca de calidad (según Art. 81, EHE-08), se podrán duplicar los límites definidos en la tabla anterior.

A pesar de los criterios de la tabla, siempre tendrá que cumplirse que:

- Los resultados de control de producción estarán a disposición del peticionario y deberán ser satisfactorios. La Dirección de Obra revisará este punto explícitamente y lo recogerá en la documentación final de la obra.
- El número mínimo de lotes será de tres, uno para cada uno de los tipos de estructura definidos en la tabla anterior 92.4.
- En el caso de que, en un lote, la f_{est} sea menor que la resistencia característica de proyecto, se pasará a realizar control normal sin reducción de intensidad, hasta que en cuatro lotes consecutivos se obtengan resultados satisfactorios.

El control se realizará determinando la resistencia característica de N amasadas por lote, siendo N:

- $N \geq 2$, si $f_{ck} \leq 25$ MPa.
- $N \geq 4$, si $25 \text{ MPa} \leq f_{ck} \leq 35$ MPa.
- $N \geq 6$, si $f_{ck} \geq 35$ MPa.

La elección de muestras a ensayar se realizará al azar dentro de las amasadas de obra a controlar.

A efectos del presente control, se define la resistencia característica estimada (f_{est}) como:

- Si $N < 6$, $f_{est} = K_N \cdot x_1$
- Si $N \geq 6$, $f_{est} = 2 \cdot (x_1 + x_2 + \dots + x_{m-1}) / (m-1) - x_m \geq K_N \cdot x_1$

Donde KN es el coeficiente que tiene en cuenta N y la clase de instalación en la que se fabrique el hormigón; x_1 es la resistencia característica de la amasada de menor resistencia y m valdrá $N/2$ si N es par y $(N-1)/2$ si N es impar.

Siempre que $f_{est} \geq f_{ck}$, el lote de hormigón se aceptará; en caso contrario, se recomienda desestimar el hormigón recibido.

e) Control de los componentes del hormigón

La recepción del cemento se realizará de acuerdo a los criterios de aceptación que figuran en la Instrucción sobre la Recepción de Cementos (RC-97).

La recepción del agua de amasado se realizará de acuerdo a los criterios de aceptación que figuran en el artículo 27 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

La recepción de los áridos del hormigón se realizará de acuerdo a los criterios de aceptación que figuran en el artículo 28 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Los aditivos a utilizar en el hormigón estructural estarán sujetos a los criterios de aceptación que figuran en el artículo 29 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

4.1.1. Control de calidad en los elementos prefabricados de hormigón estructural

CONTROL DE CALIDAD

Los elementos prefabricados de hormigón estructural están, en teoría, en una situación de cierta ventaja con respecto a las soluciones "in situ" en las cuestiones relativas a la consecución de la calidad y de su control. En éstos, además de los sellos de calidad de los aceros, se les controlan las características básicas de los hormigones (agua, áridos, cemento, resistencia, consistencia, etc.), los dispositivos de pretensado y su colocación, los alargamientos, la inyección, etc., mientras que el prefabricado llega a obra tal cual se va a colocar y excepto controles geométricos someros y de posibles daños visibles a simple vista, hasta la prueba de carga de recepción no se les vuelve a hacer control alguno.

Por tanto en todo proyecto constructivo será necesario establecer un sistema de control en fábrica, independiente del general de la propia fábrica, sobre el que, en general, no hay reserva alguna, con referencia a la obra que se está ejecutando para, en definitiva, poder controlar más en profundidad y conocer mejor la historia del elemento que llega a obra y que se va a montar.

En concreto, con respecto a los elementos prefabricados que se vayan a colocar en una obra determinada, debe ser imprescindible comprobar o tener información detallada de los siguientes aspectos específicos de su fabricación:

Estado de bancadas.

Sistema de colocación de tendones.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

Proceso de tesado.

Tipos de moldes.

Sistema de curado.

Procedimientos de desmoldeo y almacenamiento.

Transporte a obra y sistema de montaje previsto.

El control de elementos prefabricados de hormigón estructural se llevará a cabo, tanto en el proceso de fabricación (control en fábrica), como a la llegada del producto a la obra (control en obra).

CONTROL EN FÁBRICA

La Dirección de Obra deberá realizar las inspecciones que estime necesarias durante la ejecución de los prefabricados. En esta tarea se realizarán al menos las comprobaciones que se describen a continuación:

Verificación del cumplimiento de los procedimientos definidos en el Manual del aseguramiento de la calidad que preceptivamente deberá poseer el fabricante del elemento prefabricado.

Se exigirá que todas las vigas acopiadas en el taller para transportar a la obra porten la "placa de identificación", debidamente rellena y colocada adecuadamente.

La "Placa de identificación" es una guía del elemento prefabricado en la que irán grabados una serie de datos de gran interés, tanto para el proceso de construcción de la estructura como para los procesos de inspección y posible reparación durante la vida útil del puente. Por esta razón es importante que no se desprenda del prefabricado, ni sufra degradación con el paso del tiempo. Podría pensarse en una chapa de acero inoxidable con los datos troquelados.

Un modelo de la "PLACA DE IDENTIFICACIÓN", con los elementos mínimos que debe contener, se presenta a continuación:

PLACA DE IDENTIFICACIÓN
Nº IDENTIFICACIÓN: P-20-A Prefabricador
Fecha de hormigonado (día y hora)
Fecha de transferencia (día y hora)
Curado al vapor SI NO Tª máxima
TIPO HORMIGÓN HP-50 IDENT. PROBETAS: P20 1 a 13
TIPO ACERO ACTIVO y-1860 S7 cordón de 0,6"

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rúa de Circunvalação”

n° cordones capa superior 4
n° cordones capa inferior 20
TIPO ACERO PASIVO B-500S Ø12
Recubrimiento mínimo 3 cm

Los datos transcritos a la placa de identificación estarán avalados por el responsable del sistema de calidad del fabricante del elemento prefabricado.

Se comprobará la disposición general de las armaduras pasivas y activas: diámetros, separaciones de barras y en especial los recubrimientos. En este caso y teniendo en cuenta una vida útil del puente de 100 años, se deberá tener en cuenta la siguiente tabla:

f_{ck} (N/mm ²)	RECUBRIMIENTO MINIMO SEGÚN LA CLASE DE EXPOSICIÓN						
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV
$25 \leq f_{ck} < 40$	-	25	30	35	35	40	35
$f_{ck} \geq 40$	-	25	30	30	30	35	30

Se recabará y comprobarán sistemáticamente los certificados correspondientes al acero pasivo; acero activo; cementos; fluidificantes y todo tipo de adiciones, así como al tarado de equipos de tesado.

Se comprobará el control de calidad realizado sobre el hormigón utilizado en el elemento prefabricado. Esta comprobación consistirá en el seguimiento de la toma de muestras, conservación y rotura de las probetas, con los siguientes criterios estimativo sobre lotes y número de probetas de control.

Tamaño del elemento	Definición del lote	Nº amasadas	Nº de probetas
volumen > 50 m ³	El elemento	6	12
30 < V < 50 m ³	La bancada	24	48

CONTROL EN OBRA

El control a realizar en obra sobre el elemento prefabricado recibido en la obra consistirá en la inspección del elemento, asegurándose que no presenta fisuraciones, ni desperfectos producidos en la propia fábrica o durante el transporte.

Se comprobará además que no se superan las tolerancias geométricas establecidas. En particular se prestará especial atención a la flecha horizontal (medida en centro de viga), desplome (medido en centro de viga) y la diferencia entre la contraflecha real y la teórica. Todos los valores deberán estar en concordancia con los previstos en el proyecto constructivo.

Se comprobarán las placas de identificación y a la vista de los datos en ellas recogidos, la Dirección de Obra decidirá si el elemento prefabricado es apto para su colocación inmediata, o si por el contrario, requiere algún ensayo o cálculo justificativo complementario o debe ser rechazado.

En general y salvo justificación en contrario, a juicio del Director de las Obras, no se aceptarán los elementos prefabricados en los que concurra alguna de las siguientes circunstancias:

Edad del hormigón en el momento de la transferencia: inferior a 40 horas (sin curado) e inferior a 20 horas (con curado).

Edad del hormigón en el momento del transporte a obra: inferior a 5 días (sin curado) e inferior a 3 días (con curado).

Temperatura máxima en el proceso de curado: superior a 60°C.

Cuando se haya cumplido el plazo de 28 días desde la fecha de hormigonado, la Dirección de Obra deberá recibir del fabricante del elemento prefabricado de hormigón estructural los datos sobre la rotura de las probetas que figuran expresadas en cada placa de identificación.

4.2 Control de calidad del acero

El control de calidad del acero se realizará según el tipo al que pertenezca. De esta forma, en la estructura de este proyecto existen aceros para armaduras pasivas y aceros para armaduras activas.

Dicho control estará acorde con lo establecido en los artículos 32 a 35 de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Las hojas de suministro, sin las cuales no está permitido el uso del acero en la obra, deberán ser archivadas por el constructor y permanecer a disposición de la Dirección de Obra hasta la entrega de la documentación final de control de calidad.

a) Control del acero para armaduras pasivas

El control del acero para armaduras pasivas, en lotes de longitud máxima de 12 metros, requerirá las especificaciones que se citan a continuación. El nivel de control del acero es el normal para todas las armaduras pasivas.

No se aceptarán desviaciones en las secciones nominales y masas nominales superiores al 95,5% de las establecidas en la tabla 6 de la norma UNE-EN 10080.

Se garantizarán las propiedades del acero correspondientes al acero B500S de la tabla 32.2.a de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), el único utilizado en el proyecto para armaduras pasivas.

Los ensayos que tendrán que realizarse a este tipo de acero serán:

- Ensayo de doblado – desdoblado (UNE-EN ISO 15630-1).
- Ensayo de adherencia por el método del área proyectada de las corrugas (UNE-EN ISO 15630-1)
- Ensayo de tracción normalizado para determinar la carga de rotura, el límite elástico y el alargamiento en rotura.
- Ensayo de soldabilidad.

En todos los casos, se deberán verificar que los ensayos cumplen con las condiciones de la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

b) Control del acero para armaduras activas

Todas las armaduras activas estarán constituidos por alambres Y1860C (nomenclatura según EHE-08). Para garantizar este cometido, el control de calidad de acero activo se basará en el ensayo a tracción (UNE-EN ISO 15630-3) y se tendrán que cumplir los requisitos expuestos en el artículo 34.3 de la EHE-08, para alambres, y 34.4 para barras.

Los cordones de pretensado serán siempre de 7 alambres, Y1860S7 según EHE-08, teniendo que cumplirse las prescripciones geométricas del artículo 34.5 de la EHE-08. Por lo que respecta a los elementos de anclaje y empalme, éstos estarán acorde al ensayo UNE 41184.

4.3 Control de calidad de los aparatos de apoyo

Las disposiciones de continuación son de aplicación en los aparatos de apoyo de neopreno embutido utilizados en la construcción del puente.

Los aparatos de apoyo tendrán que cumplir las especificaciones del pliego, teniéndose que garantizar las siguientes propiedades:

- Resistencia a la acción de aceite.
- Resistencia a las inclemencias meteorológicas.
- Resistencia a las altas y bajas temperaturas.

Además, se para garantizar sus correctas características mecánicas, tendrán que realizarse los ensayos siguientes:

- Ensayo de dureza Shore A, que proporciona la resistencia a la penetración de una aguja.

- Ensayo de tracción, para obtener la resistencia a tracción y alargamiento a la ruptura.

El acero utilizado en los aparatos de apoyo tendrá un límite elástico no inferior a 2400 kg/cm² y una tensión de ruptura no inferior a 4200 kg/cm².

Las características resistentes mínimas para los aparatos de apoyo serán las definidas en los planos del proyecto.

4.4 Control de calidad de las mezclas bituminosas

El control de calidad que se describe a continuación es de aplicación en todas las mezclas bituminosas utilizadas en la ejecución de la obra.

a) Controles de procedencia

Los controles de procedencia a aplicar a los componentes para fabricar mezclas bituminosas estarán basados en los requerimientos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).

b) Controles de recepción

Los controles de recepción de las mezclas bituminosas comprenderán los siguientes ensayos, con resultados acorde a las especificaciones del proyecto:

- Contenido de ligante, cada 500 Tn o una vez al día.
- Granulometría de los áridos, cada 500 Tn o una vez al día.
- Resistencia a la deformación plástica, cada 500 Tn o una vez al día.
- Ensayo de inmersión – compresión, cada 10000 Tn o una vez cada 30 días.
- Extracción de testimonios para determinar el espesor y la densidad de la mezcla, cada 500 m².

4.5 Control de calidad sobre el sistema de control

El sistema de control deberá estar sometido al siguiente control de calidad.

Control sobre bombas, motores y gatos: Deberán asegurarse las características mecánicas de las bombas, motores y gatos (Potencia, tensión, revoluciones por minuto en estado estacionario, etc.), establecidas en los planos mediante ensayos propios o certificados del fabricante.

5. ESTRATEGIA PARA LA CALIDAD

A partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales del proyecto, se realiza una relación de los ensayos a realizar, como mínimo, para la ejecución de las obras definidas en el presente proyecto. Dicha relación ha sido elaborada en base a la normativa relacionada anteriormente.

Así se calculará el número de ensayos de contraste a prever para cada una de las unidades de obra seleccionadas. Los ensayos de contraste a iniciativa del Director de Obra supondrán el 20% de los ensayos que se realizarán en el proceso de autocontrol, totalmente a cargo del contratista.

Si la valoración de los ensayos de contraste supera el 1% del Presupuesto de Ejecución Material de las obras, el exceso resultante se incorporará como un capítulo adicional en dicho Presupuesto de Ejecución Material, para su abono al contratista.

5.1. Control de calidad por el Contratista

La responsabilidad de la calidad, que bajo los tres conceptos citados de materiales, ejecución y geometría, han de poseer los elementos producidos corresponde al contratista que resulte adjudicatario en proceso de licitación del presente proyecto de construcción.

Los factores fundamentales para que la producción sea de calidad, por parte de dicho contratista, residen en la capacidad y calidad de los medios y garantías que se aporten, entre ellos:

- Formación y experiencia de los medios personales de producción.
- Capacidad y calidad de los medios materiales de producción, tales como la maquinaria de movimiento de tierras, instalaciones de fabricación y colocación de materiales.
- Personal y medios utilizados para el *Control de Calidad de los Materiales* en origen.
- Personal y medios utilizados para el *Control de Calidad de Ejecución y Control de Calidad*.
- Geométrico, en procedimientos adecuados de construcción, comprobación de tolerancias, replanteo, etc.
- Garantías que ofrece el *Plan de Autocontrol*.

El contratista enviará, durante la ejecución de la obra, información puntual de la aplicación de su *Plan de Autocontrol*. La Dirección de Obra comprobará que las actividades realizadas con base en dicho Plan se corresponden con las ofertadas.

Además, el contratista proporcionará los certificados de Garantía de Calidad (AENOR u otros) de los suministradores correspondientes de los materiales (cementos, aceros, elementos prefabricados, etc.) o equipos que sean demandados por la Dirección de Obra, pudiendo ésta reducir los ensayos de verificación de acuerdo con la normativa correspondiente, si existiera, o a criterio de la Dirección de Obra, previamente aceptado por el Gerente de Obra. En caso de que tales certificados no sean suministrados, será cargado al contratista el coste de los ensayos adicionales que por tal motivo sean necesarios.

5.2. Control de calidad de la dirección de Obra (Contraste)

Se entiende por *Control de Calidad de Contraste* los tres conceptos siguientes:

- Los ensayos de *Control de Calidad de Materiales y Equipos*, unidades de obra o equipos que servirán de base al Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de los materiales o de las unidades de obra.
- Los *Controles de Calidad de la Ejecución*, (procedimientos constructivos, tolerancias, etc.), que servirán de base al Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo, o aceptación inicial con penalización de las unidades de obra implicadas.
- El *Control de Calidad Geométrico* (topografía, replanteos) que servirán de base al Director de Obra para la aceptación inicial, rechazo o aceptación inicial con penalización de las unidades de obra implicadas, será el que realice directamente el equipo de Dirección de Obra.

Las aceptaciones iniciales pasarán a definitivas cuando, transcurrido el plazo de ejecución, primero, y de garantía de obra, después, no se aprecien deficiencias en las mismas. Todo sin perjuicio de la responsabilidad decenal que establece el *Artículo 1.591 del Código Civil* y de lo que determine el *Artículo 149 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*.

El contratista recibirá puntual información de los resultados del Control de Calidad de Materiales, Control de Calidad de Ejecución y del Control de Calidad Geométrico que realice la Dirección de Obra, tanto durante la realización de las obras como durante el periodo de garantía. Recíprocamente, la Dirección de Obra, recibirá puntualmente información de todos los documentos generados en la aplicación del *Plan de Autocontrol* por el Contratista.

6. PRORAMA DE CONTROL

Se describe a continuación el programa de control que ha de llevarse a cabo en tres de las unidades de control establecidas previamente.

6.1. Terraplenes

Las materias objeto de control en esta unidad de ejecución serán las siguientes:

- Materiales que la constituyen, que son terraplenes procedentes de la propia traza y material seleccionado en coronación de terraplén y cimientos.
- Extensión.
- Compactación.
- Geometría.

Se trata de comprobar que el material a utilizar cumple con todas las prescripciones establecidas en el P.P.T.P., tanto en el lugar de origen como en el lugar de empleo para evitar cualquier alteración que pudiera producirse como consecuencia de las operaciones de excavación, carga, transporte y descarga.

Así, se realizarán los ensayos que a continuación se enumeran, tanto en el lugar de procedencia como en el lugar de empleo, durante su compactación.

Siendo el volumen de terraplén de 303.464 m³, se obtendrá el número de ensayos de cada tipo a realizar. 8 TIPOS DE ENSAYO PARA EL CONTROL DE ACEPTACIÓN PREVIO

	ESPECIFICACIONES	CADENCIA	NUMERO DE ENSAYOS
Granulométrico	UNE-EN 933-1	UNE-EN 933-1	
Límites de Atterberg	UNE 103.103-104	1/5.000 m ³	
Próctor modificado	NLT 108	1/10.000 m ³	
CBR modificado	UNE 103.501 NLT 111 UNE 103.502	1/10.000 m ³	
Hinchamiento libre	UNE 103.601	1/10.000 m ³	
Ensayo de colapso en suelos	NLT/254	1/10.000 m ³	
Materia orgánica	NLT 118 UNE 103.204	1/10.000 m ³	
Determinación del contenido de sales solubles	NLT 114/99	1/5.000 m ³	
Ensayo de apisonado de suelo por el método Próctor normal	NLT 107 UNE 103500	1/5.000 m ³	
Determinación de la densidad in situ incluyendo humedad en suelos	NLT 109	5/3.500 m ²	
Ensayo de carga de terrenos con placa	NLT 357/86	1/3.500 m ²	
Control geométrico y visual de tongadas		1/3.500 m ²	

7. INSTALACIONES DE OBRA

Las instalaciones descritas y previstas en el proyecto serán las mínimas con las que se tendrá que contar a pie de obra. No obstante, a juicio del Contratista, será conveniente contratar ciertos ensayos con laboratorios especializados debido a características particulares de algunas de ellas, que tengan que garantizarse para el correcto funcionamiento de las mismas.

8. PRESUPUESTO PARA EL CONTROL DE CALIDAD

A continuación se detallan el cuadro de precios y el presupuesto para el control de calidad de la obra.

8.1 Número de ensayos

Los ensayos óptimos que tendrán que realizarse para garantizar el control de calidad serán los que siguen.

Acero

En cuanto a los distintos tipos de acero, las mediciones de la obra son las siguientes:

- B500S: 1635528 kg
 - B500S in situ:
- Y1860S7: 864505 kg

Por tanto, los ensayos a realizar serán los siguientes.

- Ensayo de determinación de características geométricas: dos por cantidad de 20000 kg o fracción.

Cantidad: $N = 2 \cdot (1635528/20000) + 2 \cdot (2448/20000) + 2 \cdot (2397/20000) + 2 \cdot (110495/20000) + 2 \cdot (864505/20000) + 2 \cdot (103677/20000) = 272$ ensayos

- Ensayo de doblado y desdoblado: dos por cantidad de 20000 kg o fracción.

Cantidad: $N = 2 \cdot (1635528/20000) + 2 \cdot (2448/20000) + 2 \cdot (2397/20000) + 2 \cdot (110495/20000) + 2 \cdot (864505/20000) + 2 \cdot (103677/20000) = 272$ ensayos

- Ensayo de tracción en probetas de acero para determinar las características mecánicas: dos por cantidad de 30000 kg o fracción.

Cantidad: $N = 2 \cdot (1635528/30000) + 2 \cdot (2448/30000) + 2 \cdot (2397/30000) + 2 \cdot (110495/30000) + 2 \cdot (864505/30000) + 2 \cdot (103677/30000) = 182$ ensayos

- Ensayo de tracción en cordones para determinar las características mecánicas: dos por cantidad de 20000 kg o fracción.

Cantidad: $N = 2 \cdot (864505/20000) + 2 \cdot (103677/20000) = 97$ ensayos

- Ensayo de tracción en barras para determinar las características mecánicas: dos por cantidad de 20000 kg o fracción.

Cantidad: $N = 2 \cdot (110495/20000) = 12$ ensayos

Hormigón

En cuanto a los distintos tipos de hormigón de la obra, las mediciones son las

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la rua de Circunvalação”

siguientes:

- HP-50/B/20/IIIa: x m³
- HA-30/B/20/IIIa: x m³
- HM-10/B/20/IIa: x m³

Por tanto, el volumen total de hormigón utilizado con control intenso es de 40776 m³, y los ensayos a realizar serán los siguientes.

- Muestreo, cono de Abrams y preparación de probeta para ensayo a compresión (control normal): uno cada 30 m³ o fracción.

Cantidad: $N = 222/30 = 8$ ensayos

- Muestreo, cono de Abrams y preparación de probeta para ensayo a compresión (control intenso): uno cada 25 m³ o fracción.

Cantidad: $N = 40776/25 = 1632$ ensayos

Aparatos de apoyo

En cuanto a los distintos aparatos de apoyo presentes en la obra, tanto provisionales como definitivos, las mediciones son las siguientes.

- Aparatos de apoyo de neopreno zunchado (pilas provisionales): 80

El presupuesto del control de calidad sobre los aparatos de apoyo se estimará como un 5% del control de calidad del hormigón.

Mezclas bituminosas

En cuanto a los distintos tipos de mezclas bituminosas del proyecto, las

mediciones son las siguientes:

- BBTM 8A BM-3b: 509 m³
- EAR-1: 16945 m²
- AC22 bin B60/70 S: 848 m³
- AC32 base B60/70 S: 152 m³
- EAI: 5047 m²

El presupuesto del control de calidad del hormigón.

Otros

A pesar de que los principales controles de calidad ya se han contemplado, se

estiman el resto de controles de calidad:

- Suelos y explanaciones
- Urbanización
- Sistema de control
- Sistemas industriales

Éstos se tendrán en cuenta como un 1% del resto de presupuesto del control de calidad, ya que no se espera que tengan que realizarse ensayos costosos, especialmente si se piden los componentes con la garantía de calidad pertinente.

8.2 Cuadro de precios

El cuadro de precios de los ensayos básicos a realizar se detalla a continuación.

- Determinación del límite elástico para una deformación remanente del 0,2%, resistencia a la tracción, alargamiento y estricción de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE EN 10002-1.

Precio: €50,00

- Determinación de las características geométricas de una probeta de acero para armar hormigones, según UNE 36-068.

Precio: €60,00

- Ensayo de doblado – desdoblado de una probeta de acero para armar hormigones, según la norma UNE 36-068.

Precio: €15,00

- Ensayo a tracción de una probeta de cordón fijado con mordazas, según la norma UNE 7-326.

Precio: €105,00

- Ensayo a tracción de una probeta de barra roscada, según especificación de acero 36WR.

Precio: €115,00

- Muestreo, realización del cono de Abrams, elaboración de las probetas, cuidado, refrentado y ensayo a compresión de una serie de cinco probetas cilíndricas de 15x30 cm, según las normas UNE 83300, UNE 83313, UNE-EN 12390-1, UNE -EN 12390-2 y UNE-EN 12390-3.

Precio: €57,00

8.3 Presupuesto detallado

CONTROL DE CALIDAD SOBRE EL ACERO: € 3316

Ensayos de características geométricas € 426

Ensayos de doblado – desdoblado € 1379

Ensayos mecánicos de probeta € 488

Ensayos mecánicos cordones € 516

Ensayos mecánicos barras € 216

CONTROL DE CALIDAD SOBRE EL HORMIGÓN €5448

Ensayos hormigones control normal € 2425

Ensayos hormigones control intenso €3023

CONTROL DE CALIDAD SOBRE APARATOS DE APOYO € 800

CONTROL DE CALIDAD SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS € 1069

CONTROL DE CALIDAD SOBRE OTROS € 500

TOTAL PRESUPUESTO CONTROL DE CALIDAD €

El presupuesto del Plan de Control de Calidad asciende a la cantidad de 11133 €

Anejo 24

Seguridad y Salud

Índice

1. OBJETO.....	5
2. SERVICIO DE PREVENCIÓN.....	5
2.1 Supervisor de seguridad, técnicos y mandos intermedios	
2.2 Coordinación de los distintos órganos especializados	
2.3 Toma de decisiones	
2.4 Evaluación continua de riesgos	
2.5 Controles periódicos	
2.6 Libro de incidencias	
2.7 Reuniones de seguimiento y control interno	
2.8 Información y formación	
3. INSTALACIONES MÉDICAS.....	9
4. ACCIONES EN CASO DE ACCIDENTE.....	10
4.1 Asistencia a accidentados	
4.2 Evacuación y emergencias	
4.3 Incendios	
4.4 Primeros auxilios	
5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	13
6. PREVENCIÓN DE RIESGOS EN MENORES, DISMINUIDOS, EMBARAZADAS Y POSTEMBARAZADAS.....	14
7. ORGANIZACIÓN PREVENTIVA (HUMANA, MATERIAL Y ECONÓMICA).....	14
8. CONTROL PREVENTIVO (HUMANO, MATERIAL Y ECONÓMICO).....	15
9. PROYECTO DE OBRA. ANÁLISIS PREVENTIVO.....	15
10. OBLIGACIONES EMPRESARIALES.....	15
11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	16
11.1 Objetos específicos	

11.2 Obligaciones empresariales	
11.3 Obligaciones de los contratistas y subcontratistas	
11.4 Obligaciones de los trabajadores	
11.5 Condiciones a cumplir por todos los medios de protección colectiva	
11.6 Condiciones particulares de cada una de las protecciones colectivas	
11.7 Condiciones específicas de los equipos	
12. NORMAS A CUMPLIR POR LA SEÑALIZACIÓN.....	26
12.1 Señalización de obra	
12.2 Señalización vial	
13. LEGISLACION APLICABLE A LA OBRA.....	27
13.1 Condiciones de seguridad de los equipos de trabajo	
13.2 Condiciones de seguridad de máquinas	
13.3 Marcado	
13.4 Manual de instrucciones	
13.5 Normas de autorización del uso maquinaria y de las máquinas herramienta	
13.6 Condiciones de las instalaciones provisionales	
13.8 Encargado de Seguridad	
13.8 El libro de incidencias	
13.9 Formación e información a los trabajadores	
14. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.....	32
14.1 Acciones a seguir	
14.2 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral	
14.3 Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral	
14.5 Maletín botiquín de asistencia inmediata a los accidentados de la obra	
14.5 Normas de mediación y certificación de las partidas presupuestarias de Seguridad y Salud	

14.6 Control de entrega de los equipos de protección individual	
15. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	39
15.1 Demolición de la obra existente	
15.3 Excavación de la explanación	
15.3 Terraplenes.	
15.4 Aplicación de la seguridad al proceso constructivo	
15.6 Trabajos previos a la realización de las obras	
15.7 Identificación de los riesgos, medidas preventivas y protecciones colectivas individuales en las fases de obra	
16. DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUCCIÓN RELATIVA AL USO DE GRÚAS	52
16.1 Introducción	
16.2 Mantenimiento	
16.3 Riesgos y factores de riesgo en el uso de grúas tipo puente.	
16.4 Medidas de prevención. Equipamiento de las grúas	
16.5 Identificación de riesgos, medidas preventivas y protecciones individuales en medios auxiliares	
16.6 Identificación de riesgos, medidas preventivas y protecciones individuales en maquinaria	

1. OBJETO

En este anejo se detallarán todas aquellas actividades que componen la obra que lleven asociado un cierto riesgo en cuanto a la seguridad y la salud de los trabajadores o de las personas en general.

Se han caracterizado los posibles accidentes que pueden ocurrir y se han tomado las correspondientes acciones preventivas para tratar de definir un protocolo de ejecución de las tareas y las precauciones a tener en cuenta durante su ejecución.

En caso de accidente también hay que seguir un protocolo establecido en este documento.

2. SERVICIO DE PREVENCIÓN

La obra contará de los servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos.

El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por la empresa adjudicataria directamente o mediante concierto.

Los servicios de prevención deberán de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que se precise en función de los riesgos que se describen en esta memoria.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, y deberá de disponer de un plan de auditorías que revise todas las actuaciones en materia de prevención, al menos cada año, realizándose al comienzo de la obra una auditoría inicial, al objeto de validar la estructura prevencionista de la empresa. Se realizará un control que será:

- Interno, de acuerdo al artículo 1.1 del R.D. 39/97 la prevención será integrada en todos los niveles jerárquicos, en todos los que realicen u ordenen decisiones, así pues quienes controlen la ejecución de la obra, controlarán la Seguridad, tal es el caso del Jefe de Obra o Encargado.
- Externo, Auditoría, Coordinación e Inspección de trabajo.

Delegados de prevención y comité de seguridad y salud.

Los trabajadores podrán elegir delegados de prevención, de acuerdo a lo dictaminado en la Ley 31/95 Se constituirá obligatoriamente un comité de seguridad y salud cuando la obra cuente con 50 o más trabajadores, estando compuesto por los delegados de prevención y por el empresario o sus representantes en igual número.

Coordinador de seguridad y salud.

La constructora de las obras deberá designar a un técnico competente para que ejerza las funciones de Coordinador de Seguridad y Salud, siempre que en la ejecución de la obra se prevea la intervención de más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. La misión de dicho Coordinador será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos, así como la coordinación y asesoramiento sobre las medidas de seguridad y prevención a adoptar, todo ello en

coherencia con el Plan de Seguridad aprobado. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron para evitar su repetición.

La figura del Coordinador de Seguridad y Salud no eximirá a la empresa de sus responsabilidades.

Cuando no sea necesaria la figura del Coordinador de Seguridad y Salud, sus funciones serán asumidas por la Dirección Facultativa de las obras.

2.1 Supervisor de seguridad, técnicos y mandos intermedios.

La empresa adjudicataria deberá nombrar entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, y será su representante e interlocutor ante el responsable del seguimiento y control del mismo (Coordinador o Dirección facultativa en su defecto).

La persona designada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales, y acreditar la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, capataces y encargados adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso se dará conocimiento antes del comienzo de la obra de los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma, dando conocimiento por escrito al responsable del Plan de S y S.

2.2 Coordinación de los distintos órganos especializados.

Los distintos órganos especializados deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, con objeto de conseguir una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso. Se pondrá en conocimiento del responsable de seguimiento y control del Plan de S y S cuantas acciones preventivas hayan de tomarse en el curso de la obra, a través del representante en materia de prevención.

2.3 Toma de decisiones.

La toma de decisiones corresponderá únicamente al coordinador (Dirección facultativa en su defecto), durante la ejecución de las obras, a excepción de las medidas urgentes que hayan de adoptarse sobre la marcha, que en cualquier caso podrán modificarse si el mencionado técnico no las estima convenientes.

En los casos de riesgo grave e inminente que obliguen a la paralización de los trabajos, la decisión la adoptará quien detecte la anomalía aún sin la aprobación previa del coordinador, a quien se le dará conocimiento de inmediato, a fin de determinar las acciones posteriores.

2.4 Evaluación continua de riesgos.

Se llevará a cabo durante el transcurso de la obra una evaluación continuada de riesgos, actualizándose cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños que se detecten, proponiendo en consecuencia la revisión del Plan al coordinador del mismo.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambio de

los sistemas constructivos, métodos de trabajo, proceso de ejecución, variaciones de equipos, etc., se efectuará una nueva evaluación de riesgos proponiendo las medidas preventivas a modificar en base a lo expuesto anteriormente.

2.5 Controles periódicos.

La empresa deberá llevar controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar si las medidas adoptadas son suficientes en la actividad de los trabajadores, a fin de detectar situaciones de peligro.

Se llevará un control y seguimiento continuo de la siniestralidad, mediante estadillos en los que ha de reflejarse como mínimo: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad, duración de la incapacidad etc, siendo de obligado cumplimiento la comunicación de estos datos al coordinador, con independencia de otros agentes intervinientes en la normativa vigente.

2.6 Libro de incidencias.

El Gobierno del Principado de Asturias, como promotor de las obras, será el encargado de facilitar a la empresa adjudicataria el Libro de Incidencias.

Sólo podrán ser efectuadas anotaciones en el libro de incidencias el coordinador de seguridad, Dirección Facultativa, contratista principal o subcontratistas o sus representantes, técnicos de los centros provinciales de S y S, inspección de trabajo, miembros del comité de S y S y representante de los trabajadores.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el contratista deberá remitir en las siguientes 24 horas copias a:

- Inspección de trabajo.
- Coordinador del plan.
- Comité de S y S.
- Representante de los trabajadores en la obra.

2.7 Reuniones de seguimiento y control interno.

Se celebrarán reuniones con carácter mensual del comité de S y S, cuando se hubiese constituido, participando con voz pero sin voto, además de los miembros constitutivos los responsables de la seguridad de la empresa, así como trabajadores que cuenten con cualificación o información respecto a cuestiones a debatir en dicho órgano, así como los técnicos de prevención ajenos a la empresa.

Cuando no se haya constituido el citado comité, se llevarán a cabo del mismo modo reuniones con frecuencia mensual, participando los representantes de los trabajadores y responsables de la seguridad de la empresa, así como las personas referidas en el apartado anterior.

Corresponde a la empresa la organización y programaciones de las citadas reuniones, con el siguiente orden del día:

- Aprobación del acta anterior si procede.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Análisis de resultados, estadísticas de la siniestralidad laboral de la obra, accidentes del mes y medidas adoptadas para evitarlos.
- Seguimiento y cumplimiento de acuerdos.
- Presentación de nuevos asuntos o sugerencias de ámbito general de la obra o sus tajos.
- Información de prevención sanitaria.

Será responsabilidad del contratista la divulgación de los acuerdos, tanto entre los mandos como entre los trabajadores, así como al coordinador de la obra. Podrán realizarse reuniones con carácter extraordinario cuando las circunstancias así lo exijan.

2.8 Información y formación.

El contratista está obligado a facilitar una formación teórica y práctica en materia preventiva a los trabajadores en el momento de su contratación, cualquiera que sea la duración o modalidad de ésta, o cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñan. El tiempo dedicado a la formación será considerado tiempo de trabajo.

Contenido de las acciones de formación:

A) Nivel de mandos intermedios: El contenido estará entre otros integrado como mínimo por:

- Plan de S y S.
- Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes y estadillos de régimen interior.
- Normativa de S y S.
- Factores técnicos y humanos.
- Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo.
- Protecciones colectivas e individuales.
- Salud laboral.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Organización de la seguridad y salud en la obra.
- Responsabilidades y derechos de los trabajadores.

B) Nivel de operarios: El contenido, aparte de la formación específica en función de su cometido, estará integrada por:

- Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el Plan de S y S.
- Causas y consecuencias de los accidentes.
- Normas de S y S (señalización, circulación, manipulación de cargas ...).
- Señalización y sectores de alto riesgo.
- Socorrismo y primeros auxilios.
- Actitudes ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
- Salud laboral.
- Obligaciones y derechos.

C) Representante de los trabajadores en materia de S y S: Además de lo especificado para su categoría profesional:

- Investigación de accidentes y partes de accidentes.
- Estadística de la siniestralidad.
- Inspecciones de seguridad.
- Legislación sobre S y S.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Responsabilidades.
- Coordinación con otros órganos especializados.

El contratista o sus representantes deberán informar a los trabajadores de:

- Los resultados de las valoraciones y controles de sus puestos de trabajo, así como los datos de su salud en relación a los riesgos a los que queden expuestos.
- Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o hayan de adoptarse, en particular las referidas a riesgos graves e inminentes.
- La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o a adoptar en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.
- El derecho que tienen a parar su actividad en el caso de que, a su juicio existiese un riesgo grave e inminente y no se hubiesen podido poner en contacto con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.
- Obligaciones y derechos del empresario y los trabajadores.
- Funciones de los servicios de prevención, comité de S y S y delegados de prevención.
- Servicios médicos y asistencia sanitaria, con indicación del nombre y ubicación el centro asistencial al que acudir en caso de accidente.

3. INSTALACIONES MÉDICAS.

Se dispondrá al pie de obra de botiquines para asistencia de accidentados. Los botiquines se revisarán mensualmente y se repondrán inmediatamente el material consumido.

El botiquín contendrá, como mínimo:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoníaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Analgésicos.

El uso de jeringuillas y agujas para inyectables desechables sólo podrá llevarse a cabo por personal sanitario facultado para ello.

El uso de antibióticos, sulfamidas, antiespasmódicos, tónicos cardíacos, antihemorrágicos, antialérgicos, anestésicos locales y medicamentos para la piel, ojos y aparato digestivo, requerirá la consulta, asesoramiento y dictamen previo de un facultativo, debiendo figurar tal advertencia de manera llamativa en los medicamentos.

Las condiciones de los medicamentos, material de cura y quirúrgico, incluido el botiquín, habrán de estar en todo momento adecuadas a los fines que han de servir, y el material será de fácil acceso, prestándose especial vigilancia a la fecha de caducidad de los medicamentos, a efectos de su sustitución cuando proceda.

En el interior del botiquín figurarán escritas las normas básicas a seguir para primeros auxilios, conducta a seguir ante un accidentado, curas de urgencia, principios de reanimación y formas de actuar ante heridas, hemorragias, fracturas, picaduras, quemaduras, etc.

Se colocarán en lugar bien visible los teléfonos de urgencia, las normas sobre primeros auxilios, y anuncios indicativos en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

4. ACCIONES EN CASO DE ACCIDENTE.

4.1 Asistencia a accidentados

Se informará al personal de la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos (servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a 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, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

En caso de accidente los heridos serán trasladados a:

- Hospital de SAO JOAO **Pólo do Porto (Sede)**
- Alameda Prof. Hernâni Monteiro 4200–319 Porto, Portugal
- T: +351 225 512 10

Teléfono Protección Civil: +351 226 197 650

4.2 Evacuación y emergencias.

En cada tajo, en lugar bien visible, se expondrá un plano con la ruta de emergencia apropiada. Ningún vehículo podrá permanecer estacionado obstruyendo una vía de emergencia bajo ningún concepto, ni siquiera aunque su conductor se encuentre a bordo o esté realizando operaciones de carga y descarga.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad, por los trabajadores.

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.

En cuanto a la organización humana de la evacuación ante situaciones de emergencia, se designará un encargado de poner en práctica el plan de evacuación diseñado, el cual deberá poseer la formación conveniente y se encargará de dar a conocer a los demás trabajadores de la obra los riesgos específicos de la misma y se organizará la evacuación de personas de forma detallada.

Por esta misma razón, en lugar bien visible de la obra deberán figurar las indicaciones escritas sobre las medidas que habrán de ser tomadas por los trabajadores en casos de tener que realizar una evacuación de emergencia.

4.3 Incendios.

Se deberá prever en obra un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y en función de las características de la obra, dimensiones y usos de los locales y equipos que contengan, características físicas y químicas de las sustancias materiales que se hallen presentes y número máximo de personal que pueda hallarse en los lugares y locales de trabajo.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados. Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Además, deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

En los trabajos con riesgo específico de incendio se cumplirán, además, las prescripciones impuestas por los Reglamentos y normas técnicas generales o especiales, así como las preceptuadas por las correspondientes ordenanzas municipales.

Además, se adoptarán las prevenciones que se indican a continuación, combinando su empleo, en su caso, con la protección general más próxima que puedan prestar los servicios públicos contra incendios.

- Si existen conducciones de agua a presión se instalarán suficientes tomas o bocas de agua a distancia conveniente y cercanas a los lugares de trabajo, locales y lugares de paso del personal, colocándose junto a tales tomas las correspondientes mangueras, que tendrán la sección y resistencia adecuadas.
- Cuando se carezca normalmente de agua a presión, o ésta sea insuficiente, se instalarán depósitos de agua suficiente para combatir los posibles incendios.
- En incendios que afecten a instalaciones eléctricas con tensión, se prohibirá el empleo de extintores con espuma química, soda ácida o agua.
- En la proximidad de los puestos de trabajo con mayor riesgo de incendio y colocados en sitio visible y de fácil acceso, se dispondrán extintores portátiles o móviles sobre ruedas, de espuma física o química, mezcla de ambas o polvos secos, anhídrido carbónico o agua, según convenga a la posible causa determinante del fuego a extinguir.
- Cuando se empleen distintos tipos de extintores serán rotulados con carteles indicadores del lugar y clase de incendio en que deben emplearse.
- Los extintores serán revisados periódicamente y cargados, según los fabricantes, inmediatamente después de usarlos. Esta tarea será realizada por empresas autorizadas.

En las dependencias y lugares de trabajos con alto riesgo de incendio se prohibirá terminantemente fumar o introducir cerillas, mecheros o útiles de ignición. Esta prohibición se indicará con carteles visibles a la entrada y en los espacios libres de tales lugares o dependencias.

Se prohibirá igualmente al personal introducir o emplear útiles de trabajo no autorizados por la empresa y que puedan ocasionar chispas por contacto o proximidad a sustancias inflamables.

Habrá una persona responsable encargada de dar a conocer a los demás trabajadores los riesgos de que se produzcan incendios y las actuaciones a llevar a cabo en el momento en que se produzcan.

4.4 Primeros auxilios.

Cuidados generales:

- Actuar con rapidez
- Imponer serenidad
- Apartar enérgicamente a curiosos y a quienes estorban
- No mover al accidentado
- Localizar las heridas, no tocarlas con los dedos
- Comprobar si hay pulso y respiración
- No dar bebidas a accidentados inconscientes
- Tranquilizar al herido
- Aplicar las normas de tratamiento adecuado
- Avisar inmediatamente al médico o a la ambulancia
- Organizar el traslado al centro sanitario, sólo en caso de extrema urgencia
- Deberá tenerse disponible, y en lugar bien visible, la dirección y teléfono del centro asistencial más próximo, así como la vía de acceso más rápida

Normas de actuación inmediata, en caso de accidente:

Ahogamiento por sumersión: Boca abajo, presionar las bases pulmonares. Limpiar la boca. Respiración boca a boca y masaje cardiaco.

Asfixia: Exponer al herido al aire libre. Desobstruir las vías respiratorias. Hacer la respiración boca a boca y masaje cardiaco.

Choque eléctrico: Aislarse al rescatar al accidentado. Respiración boca a boca y masaje cardiaco.

Desmayo: Bajarle la cabeza. Elevarle las piernas. Evitar su enfriamiento con una manta. Darle bebidas de té o café azucarados.

Envenenamiento por gas: Exponerle al aire libre. Hacer la respiración boca a boca.

Fractura abierta: Cubrir la herida con gasa o paño limpio. Entablillar. Nunca tratar de enderezar el miembro roto. Hacer torniquete.

Fractura cerrada: Inmovilizar el miembro por encima y por debajo de la fractura. Entablillar.

Fractura de cráneo: Acostar al accidentado y abrigarle. Inmovilizarle la cabeza. Nunca darle bebidas.

Hemorragia externa: (Por herida). Cubrir con un pañuelo o gasa limpio. Hacer torniquete con una tela fuerte (nunca con una cuerda o cable), no demasiado de tiempo. Si no es posible, comprimir con la mano limpia, entre la herida y el corazón hasta la llegada del médico. Abrigarle.

Hemorragia exteriorizada: Por la nariz: Presionar con el dedo pulgar limpio, fuertemente la ventana que sangra. Por la boca: Inmovilidad y reposo mediante su sentado.

Por el oído: Ponerlo sobre el oído que sangra. Puede existir la posibilidad de fractura de cráneo.

Hemorragia interna: Acostar al accidentado sin almohada en la cabeza. No darle bebidas. Enfriarle localmente, donde se aprecien contusiones o golpes.

Heridas, pinchazos: Cubrir con base estéril, después de limpiar y desinfectar con mucha higiene. Obligar a la asistencia médica, en heridas profundas y pinchazos.

Insolación: Mantenerle la cabeza elevada. Reducirle la temperatura del cuerpo, aplicándole compresas con agua fría en la cabeza. Darle bebidas frías, con moderación.

Lesiones en ojos: lavarles con agua limpia. Extraer, con una gasa limpia los cuerpos extraños libres. Nunca intentar extraer los cuerpos que se aprecie que estén clavados.

Lesiones en órganos internos: Colocar al accidentado boca arriba. Ponerle las rodillas levantadas. Nunca darle bebidas o alimentos.

Luxaciones: Inmovilizar al accidentado. Nunca intentar reducir la luxación. Nunca intentar reducir la luxación. Nunca darle masajes.

Picaduras venenosas: Abrirla la herida con un objeto, previamente desinfectado. Hacerle un torniquete. Succionarle la herida.

Quemaduras: No tocarle las zonas afectadas por las quemaduras, ni aplicarle ninguna sustancia. No quitarle las ropas. Cubrirle las lesiones con gasas con pañuelos limpios. Darle bebidas azucaradas. Nunca darle alcohol.

Abrigarle sin oprimir y trasladarle inmediatamente.

Shock: Bajarle la cabeza. Darle bebidas estimulantes calientes, como té o café. Nunca darle alcohol.

- **Como efectuar la respiración boca a boca:**

- Colocar al accidentado boca arriba. Liberarle de las prendas que le compriman el pecho o el vientre.

- Si hay vómitos, colocarle la cabeza en posición lateral. Extraer con los dedos, todo lo que pueda obstruir su boca.

- Levantar su cuello, con una mano, y desplazar su cabeza hacia atrás.

- Insuflar, profundamente, colocando nuestros labios alrededor de la boca del paciente sellando totalmente su boca con la nuestra y tapándole la nariz.

- El ritmo, de la ejecución, debe ser de 12 insuflaciones por minuto.

- Si no se levanta su pecho al insuflar, debe desplazarse más la cabeza hacia atrás, se deberá revisar si tiene posibles cuerpos extraños en su boca y aumentar la fuerza de la insuflación.

- **Como efectuar un masaje cardiaco:**

- Si el corazón, deja de latir, tenderle boca arriba sobre una superficie plana y rígida.

- Aplicar el “talón” de la palma de la mano sobre la parte inferior del esternón, colocando la otra mano sobre la primera y ejercemos una presión directa sobre el tórax consiguiendo que se deprima unos 4 o 5 cm.

- Alternar, si el caso es urgente, con masaje y respiración al ritmo de 15 compresiones del corazón, con dos insuflaciones en los pulmones.

5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Antes de iniciar la obra se instalará un barracón de 4 m. de longitud por 2,10 de anchura con una ducha, dos lavabos, un inodoro y un urinario; también tendremos otro barracón de 5 m. de longitud por 2,10 m. de anchura, con 10 taquillas y un botiquín de primeros auxilios; y una tercera caseta que albergará el comedor.

Se considera admisible el uso de edificaciones existentes para estos menesteres, siempre que sean acondicionados debidamente.

Se instalará una ducha de agua fría y caliente con las dimensiones suficientes para que cada trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene; la cual estará aislada y tendrá puerta con cierre interior.

Es conveniente que la caseta de ducha y aseos esté comunicada con la caseta de vestuarios y si no es así se instalarán colgadores para la ropa mientras los trabajadores se duchen. En aquellos trabajos sucios o tóxicos se facilitará a los trabajadores los medios de limpieza y asepsia necesarios.

Se instalará un retrete con descarga automática de agua corriente y papel higiénico; si el retrete está comunicado con los lugares de trabajo, deberá estar cerrado completamente y tener ventilación al exterior, natural o forzada. No tendrá comunicación directa con los vestuarios.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

El inodoro y el urinario se instalarán y conservarán en las adecuadas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se evitará que las aguas residuales

estén cerca de las fuentes de suministro de agua de consumo, alejándolas todo lo posible, evitándose así la contaminación por porosidad o por contacto; esta agua se acometerán directamente a la red de alcantarillado existente en la zona.

Los aseos estarán dotados de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toallas automáticas o toallas de papel y, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas. Se instalará un espejo de 40 cm. x 50 cm. como mínimo y dos jaboneras. Los lavabos tendrán agua caliente y fría. Serán barridos y fregados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez a la semana se realizará limpieza general de todas las instalaciones.

Los vestuarios dispondrán de asientos e instalaciones que permitan poner a secar, si fuera necesario, la ropa de trabajo de cada operario.

Estas estancias estarán dotadas de luz eléctrica y calefacción.

Por otra parte, los trabajadores deberán disponer de agua potable, cuestión que se indicará mediante carteles, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. El comedor dispondrá de una mesa con dos bancos de madera, un calentacomidas y un depósito con cierre para el vertido de desperdicios. Su altura mínima de suelo a techo será de 2,60 m. Dispondrán de agua potable para la limpieza de vajillas y utensilios y fregadero con agua corriente. Se mantendrán en buen estado de limpieza, quedando prohibido el almacenaje de víveres durante más de 24 horas.

En el vestuario se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado.

6. PREVENCIÓN DE RIESGOS EN MENORES, DISMINUIDOS, EMBARAZADAS Y POSTEMBARAZADAS.

Este tipo de riesgos constituyen riesgos indirectos evitables.

Estos trabajadores no serán empleados en aquellos puestos de trabajo en los que, a causa de sus características personales, estado biológico o por su discapacidad física, psíquica o sensorial debidamente reconocida, puedan ponerse en situación de peligro ellos o los demás trabajadores u otras personas relacionadas con la empresa en general, cuando se encuentren manifiestamente en estado o situación transitoria que no responda a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.

Igualmente, el empresario deberá tener en cuenta los factores de riesgo que pueden incidir en la función procreadora de los trabajadores o trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia.

En el caso de que las condiciones de un puesto de trabajo pudieran influir negativamente en la salud de la trabajadora, embarazada o del feto, y así lo certifique el médico de la Seguridad Social que asista facultativamente a la trabajadora, ésta deberá desempeñar un puesto de trabajo o función diferente y compatible con su estado.

En relación con los menores, el empresario deberá tener en cuenta la falta de experiencia e inmadurez de los mismos antes de encargarles el desempeño de un trabajo, cuidando al mismo tiempo de formarles e informarles adecuadamente.

De todo lo mencionado anteriormente, el empresario hará evaluación de los puestos de trabajo destinados a los trabajadores de las características antes mencionadas, que serán recogidas en el Plan de Seguridad y Salud Laboral de la obra y registradas en el Archivo Documental.

7. ORGANIZACIÓN PREVENTIVA (HUMANA, MATERIAL Y ECONÓMICA)

La organización humana de la Prevención de Riesgos y la Seguridad en la obra que nos ocupa conviene que sea realizada a través de uno o varios trabajadores que serán designados por el empresario, para llevar a cabo esta actividad. Los citados trabajadores deberán tener como mínimo la cualificación que les faculte para desempeñar funciones de nivel básico. Tanto el número de trabajadores, como los medios que el empresario ponga a su disposición y el tiempo dedicado a la actividad preventiva, deberán ser los necesarios para desarrollar adecuadamente sus funciones.

Estos trabajadores tendrán a su disposición un lugar de reunión, que puede ser el comedor. Los trabajadores encargados de la actividad preventiva serán remunerados adecuadamente por las horas que dediquen a esta actividad. También tendrán una partida presupuestaria para cubrir los gastos por la compra del material que necesiten para realizar esta actividad (papel, bolígrafos, etc.).

8. CONTROL PREVENTIVO (HUMANO, MATERIAL Y ECONÓMICO)

La tarea de control de la actividad de prevención en la obra estará a cargo de uno de los trabajadores que participen en la organización preventiva y será designado por el empresario. También se deberá realizar un control externo de la prevención en la obra a cargo de un técnico coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, el cual será designado por el promotor, caso de que participara más de una empresa y trabajadores autónomos en el desarrollo de esta obra.

Por su parte, los diversos empresarios que participen en la obra, tendrán concertado un Plan de auditoría que revise todas sus actuaciones en materia de prevención, que se realizará al comienzo de la obra (auditoría inicial) al objeto de validar la estructura prevencionista creada por la empresa.

El o los encargados de la empresa del control de la actividad preventiva y el coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, dispondrán de un archivo documental (estantería o armario) y los mismos medios que los utilizados en la organización.

Los trabajadores encargados del control de la actividad preventiva serán remunerados adecuadamente por las horas que dediquen a esta actividad.

9. PROYECTO DE OBRA. ANÁLISIS PREVENTIVO.

En el proceso de preparación del Plan de Seguridad y Salud se realizará una supervisión del proyecto para determinar aquellos materiales, sustancias o procedimientos de trabajo que puedan ser perjudiciales para la salud de los trabajadores.

10. OBLIGACIONES EMPRESARIALES

- Entre otras, serán obligaciones del empresario las siguientes:
- Notificar a la autoridad laboral la apertura del Centro de Trabajo, adjuntando el obligatorio Plan de Seguridad.
- Notificar aviso previo de comienzo de obra a la Autoridad laboral por parte del promotor.
- Existencia del Libro de Incidencias en la obra.
- Existencia de Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

- Crear o contratar Servicios de Prevención.
- Crear canales de información, formación, consulta y participación de los trabajadores.
- Crear el Archivo Documental.
- Llevar un control de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Tener servicio de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores en caso de emergencia, adecuados al tamaño del centro de trabajo.
- Establecer normas de Régimen Interior.
- Realizar reconocimientos médicos a los trabajadores.
- No permitir la entrada a personas ajenas a la obra.
- Poseer el Plan de Seguridad y Salud correspondiente en la obra.

11. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

11.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

El presente pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer las obligaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo de la empresa adjudicataria de la obra.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto en la obra.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Estudio de Seguridad e Higiene
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar, con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Proponer 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 la 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.

11.2 OBLIGACIONES EMPRESARIALES.

La empresa adjudicataria, con la ayuda de su propia estructura y colaboradores en la obra, conocedora de sus obligaciones y derechos, cumplirá y hará cumplir, la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud.

A continuación se enumera una lista no exhaustiva con las principales obligaciones:

Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.

Entregar el plan de seguridad y salud aprobado a las personas que define el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Transmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra, y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a tiempo toda la protección colectiva definida en el plan de seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
- Montar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y salud aprobado: las instalaciones provisionales para los trabajadores.
- Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, con el conocimiento de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratistas o autónomos.
- Creación y apertura del archivo documental con los registros que genere la aplicación de este Plan de Seguridad y Salud.
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado acciones a seguir en caso de accidente laboral.
- Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este plan de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y Salud.
- Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en la solución técnico preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Notificación a la autoridad laboral de la apertura de centro de trabajo.
- Organizar los reconocimientos médicos.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas tengan acceso a la obra.

11.3 OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

1. Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo

7. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

2. Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

3. Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

11.4 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES.

ARTÍCULO 29. LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

1. Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

2. Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.

- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

3. El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

11.5 CONDICIONES A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCION COLECTIVA

CONDICIONES GENERALES

En la Memoria de este estudio de seguridad y salud, se han definido los medios de protección colectiva que se van a utilizar para la prevención de los riesgos detectados, que cumplirán con las siguientes condiciones generales:

- La protección colectiva de esta obra, ha sido diseñada para que sea puesta en práctica.
- Las propuestas alternativas que se presenten en el plan de seguridad y salud, tendrán una representación técnica de calidad, en forma de planos de ejecución de obra.
- Las protecciones colectivas de esta obra, estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje:
 - Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida, o si así se especifica en su apartado correspondiente dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de S+S.
 - Idéntico principio al descrito, se aplicará a los componentes de madera.
- Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación. Estarán a disposición del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para comprobar si su calidad se corresponde con la definida en este plan de seguridad y salud.
- 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 POR COMPLETO EN EL ÁMBITO DEL RIESGO QUE NEUTRALIZA O ELIMINA.

El plan de ejecución de obra, definirá la fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas que se contienen en este plan de seguridad y salud.

Se desmontará de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con merma 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. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.

Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva. Si esto ocurre, la nueva situación será definida en los planos de seguridad y salud en colaboración con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales, o de invitados por diversas causas.

El montaje y uso correcto de la protección colectiva, es preferibles al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en consecuencia, la Jefatura de Obra no admitirá el cambio de uso de protección colectiva prevista, por el de equipos de protección individual.

11.6 CONDICIONES PARTICULARES DE CADA UNA DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS

Toma de tierra independiente y normalizada, para estructuras metálicas de máquinas fijas

Las tomas de tierra deberán calcularse en función de la resistividad del terreno en el que se construye.

Señalización

Será formada mediante cinta normalizada CE, de señalización. Fabricada en PVC, continuo, en colores dispuestos en franjas alternativas amarillo y negro.

La señalización se dispondrá entorno al hueco así protegido con redes, a una distancia no inferior a 2 m.

Esta señalización tendrá un mantenimiento continuo.

Barandillas de madera sobre pies derechos por aprieto tipo carpintero

CALIDAD: El material a emplear será nuevo, a estrenar.

Pies derechos

Serán un modelo comercializado metálico, para sujeción por aprieto tipo carpintero, pintado contra la corrosión.

Barandilla

La barandilla se formará por madera de pino continua apoyada sobre los pies derechos con solape entre ellos. Estará formada por pasamanos, tramo intermedio y rodapié.

Señalización

Los pies derechos y la madera que forman esta barandilla se suministrarán a obra pintadas en franjas alternativas de colores amarillo y negro. No es necesaria una terminación preciosista; pues solo se pretende señalar e identificar de "seguridad" los materiales.

Cables fiadores para cinturones de seguridad

CALIDAD: El material a emplear será nuevo, a estrenar.

Cables

Cables de hilos de acero fabricado por torsión con un diámetro de ##.## mm..

Lazos

Se formarán mediante casquillos electrofijados.

Si deben formarse mediante el sistema tradicional de tres aprietos, el lazo se formará justo en la amplitud de los guardacabos.

Ganchos

Fabricados en acero timbrado, instalados en los lazos con guardacabos del cable para su instalación rápida en los anclajes de seguridad.

Disposición en obra

El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las nuevas solicitudes de prevención que surjan.

Extintores de incendios

CALIDAD: Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar.

Los extintores a instalar serán los conocidos con el nombre de "tipo universal" dadas las características de la obra a construir.

Vestuario y aseo del personal de la obra.

Comedor del personal de la obra.

Local de primeros auxilios.

Oficinas de la obra, independientemente de que la empresa que las utilice sea principal o subcontratada.

Almacenes con productos o materiales inflamables.

Cuadro general eléctrico.

Cuadros de máquinas fijas de obra.

Almacenes de material y talleres.

Acopios especiales con riesgo de incendio.

Extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios.

Mantenimiento de los extintores de incendios

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el contratista principal de la obra con una empresa especializada.

Conexiones eléctricas de seguridad

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal de que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

Cuerdas auxiliares, guía segura de cargas suspendidas a gancho de grúa

CALIDAD: Nuevas a estrenar.

Cuerdas

Fabricadas en poliamida 6.6 industrial con un diámetro de 12 mm.

Transformadores de energía eléctrica con salida a 24 voltios, (1000 W.)

Para la seguridad en la utilización racional de la energía eléctrica, se prevé la utilización de transformadores de corriente con salida a 24 v., cuya misión es la protección del riesgo eléctrico en lugares húmedos.

Interruptores diferenciales de 30 mili amperios

CALIDAD: Nuevos, a estrenar

Tipo de mecanismo

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Instalación

En el cuadro general de obra, de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

Mantenimiento

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería. Diariamente se comprobará que no han sido puenteados, en caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

CONDICIONES GENERALES

Como norma general, se han elegido equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

Tendrán la marca "CE", según el RD 159/95 y disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual RD 773/97 del 30 de mayo.

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.

Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

11.8 CONDICIONES ESPECIFICAS DE LOS EQUIPOS

A continuación se especifican los equipos de protección individual que se van a usar, junto con las normas que hay que aplicar para su utilización:

- **Botas aislantes de la electricidad**

Unidad de par de botas fabricadas en material aislante de la electricidad. Comercializadas en varias tallas. Dotadas de suela contra los deslizamientos, para protección de trabajos en baja tensión. Con marca CE.

- **Botas de PVC., impermeables**

Unidad de par de botas de seguridad, fabricadas en PVC., o goma, de media caña. Comercializadas en varias tallas; con talón y empeine reforzado. Forrada en loneta de algodón resistente, con plantilla contra el sudor. Suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE.

- **Botas de seguridad de "PVC"., de media caña, con plantilla contra los objetos punzantes y puntera Reforzada**

Unidad de botas de seguridad. Comercializadas en varias tallas. Fabricadas en cloruro de poli vinilo o goma; de media caña, con talón y empuje reforzados. Forrada en loneta resistente. Dotada de puntera y plantilla metálicas embutidas en el "PVC", y con plantilla contra el sudor. Con suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE.

- **Botas impermeable pantalón de goma o "PVC".**

Unidad de par de botas pantalón de protección para trabajos en barro o de zonas inundadas, hormigones, o pisos inundados con riesgo de deslizamiento: Fabricadas en "PVC." o goma. Comercializadas en varias tallas. Forradas de loneta resistente y dotadas con suelas dentadas contra los deslizamientos. Con marca CE.

- **Cascos auriculares protectores auditivos.**

Unidad de cascos auriculares protectores auditivos amortiguadores de ruido para ambas orejas. Fabricados con casquetes auriculares ajustables con almohadillas recambiables para uso optativo con o sin el casco de seguridad. Con marca CE.

- **Casco de seguridad clase "N"**

Unidad de casco de seguridad, clase "N", con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal. Con marca CE.

- **Cinturón de seguridad de sujeción, clase "A", tipo "1"**

Unidad de cinturón de seguridad de sujeción para trabajos estáticos, clase "A", tipo "1". Formado por faja dotada de hebilla de cierre, argolla en "D" de cuelgue en acero estampado. Cuerda fijadora de un metro., de longitud y mosquetón de anclaje en acero. Con marca CE.

- **Cinturón de seguridad anticaídas, clase "C" tipo "1"**

Unidad de cinturón de seguridad contra las caídas, clase "C", tipo "1". Formado por faja dotada de hebilla de cierre; arnés unido a la faja dotado de argolla de cierre; arnés unido a la faja para pasar por la espalda, hombros y pecho, completado con perneras ajustables. Con argolla en "D" de acero estampado para cuelgue; ubicada en la cruceta del arnés a la espalda; cuerda de amarre de 1 m., de longitud, dotada de un mecanismo amortiguador y de un mosquetón de acero para enganche. Con marca CE.

- **Faja de protección contra las vibraciones**

Unidad de faja elástica contra las vibraciones de protección de cintura y vértebras lumbares. Fabricada en diversas tallas, para protección contra movimientos vibratorios u oscilatorios. Confeccionada con material elástico sintético y ligero; ajustable mediante cierres "velcro". Con marca CE

- **Guantes aislantes de la electricidad en B.T., hasta 1000 voltios**

Unidad de guantes aislantes de la electricidad clase II, para utilización directa sobre instalaciones a 1.000 voltios, como máximo. Con marca CE.

- **Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo**

Unidad de filtro para recambio del de las mascarillas antipolvo, tipo "A", con una retención de partículas superior al 98 %. Con marca CE.

- **Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos**

Unidad de gafas de seguridad antimpactos en los ojos. Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas. Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE.

- **Guantes de cuero**

Unidad de par de guantes totalmente fabricados en cuero flor, dedos, palma y dorso. Ajustables a la muñeca de las manos mediante tiras textil elásticas ocultas. Comercializados en varias tallas. Con marca CE.

- **Guantes de goma o de "PVC"**

Unidad de par de guantes de goma o de "PVC".. Fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a: cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoníaco, etc. comercializados en varias tallas. Con marca CE.

- **Mascarilla contra partículas con filtro mecánico recambiable**

Unidad de mascarilla de cobertura total de vías respiratorias, nariz y boca, fabricada con PVC., con portafiltros mecánicos y primer filtro para su uso inmediato; adaptable a la cara mediante bandas elásticas textiles, con regulación de presión. Dotada de válvulas de expulsión de respiración de cierre simple por sobre presión al respirar. Con marca CE.

- **Trajes de trabajo, (monos o buzos de algodón)**

Unidad de mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo corto en la zona de la pelvis hasta cintura. Dotado de seis bolsillos; dos a la altura del pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100 X 100, en los colores blanco, amarillo o naranja. Con marca CE.

- **Traje impermeable de PVC., a base de chaquetilla y pantalón**

Unidad de traje impermeable para trabajar. Fabricado en los colores: blanco, amarillo, naranja, en PVC., Termosoldado; formado por chaqueta y pantalón. La chaqueta está dotada de dos bolsillos laterales delanteros y de cierre por abotonadura simple. El pantalón se sujeta y ajusta a la cintura mediante cinta de algodón embutida en el mismo. Con marca CE.

12. NORMAS A CUMPLIR POR LA SEÑALIZACIÓN

12.1 SEÑALIZACIÓN DE OBRA

Normativa

La normativa vigente es el R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

No es objeto de este apartado la señalización que regula el tráfico por carretera, ferroviario, fluvial, marítimo, y aéreo, que se regulan por su propia normativa.

Descripción técnica

CALIDAD: Serán nuevas, a estrenar, o en su defecto estarán en perfecto estado Señal de riesgos en el trabajo normalizada según el Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997.

Normas para el montaje de las señales

Está previsto el cambio de ubicación de cada señal mensualmente como mínimo para garantizar su máxima eficacia. Se pretende que por integración en el "paisaje habitual de la obra" no sean ignorada por los trabajadores.

Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesaria y no convenga por cualquier causa su retirada.

Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice su eficacia.

12.2 SEÑALIZACIÓN VIAL

Normativa

Esta señalización cumplirá con el nuevo "Código de la Circulación" y con el contenido de la "Norma de carreteras 8.3-IC, señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado" promulgada por el "MOPU.

En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada una de las señales previstas para ser utilizadas en la obra. Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego de condiciones técnicas y particulares como características de obligado cumplimiento.

ACLARACIÓN PREVIA: La señalización vial de esta obra es doble; es decir, pretende proteger a los conductores de la vía respecto de riesgo a terceros por la existencia de obras, y además, proteger a los trabajadores de la obra de los accidentes causados por la irrupción, por lo general violenta, de los vehículos en el interior de la obra.

Descripción técnica

CALIDAD: Serán nuevas, a estrenar, o en su defecto estarán en perfecto estado.

Señal de tráfico normalizada según la norma de carreteras "8.3-IC" -Señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.

Normas para el montaje de las señales

No se instalarán en los paseos o arcenes, pues ello constituiría un obstáculo fijo temporal para la circulación.

Queda prohibido inmovilizarlas con piedras apiladas o con materiales sueltos, se instalarán sobre los pies derechos metálicos y trípodes que les son propios.

Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.

Se instalarán en los lugares y a las distancias que se indican en los planos específicos de señalización vial.

Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice la eficacia de la señalización vial instalada en esta obra. En cualquier caso y pese a lo previsto en los planos de señalización vial, se tendrán en cuenta los comentarios y posibles recomendaciones que hagan la Jefatura Provincial de Carreteras a lo largo de la realización de la obra y por su especialización, los de la Guardia Civil de Tráfico.

13. LEGISLACION APLICABLE A LA OBRA.

Normas generales de prevención de riesgos laborales en la construcción

- Orden de 9 de marzo de 1971, que aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de prevención.
- Orden de 22 de abril de 1997, por la que se regula el régimen de funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laboral.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, que aprueba el Reglamento de Seguridad en las Maquinas.
- 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 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores 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 los equipos de trabajo.

Normas Preventivas de construcción.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 28 de agosto de 1970, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de la construcción
- Real Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de líneas aéreas de alta tensión.
- Real Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Real Decreto 462/1971, de 11 de marzo, por el que se dictan normas sobre la redacción de proyectos y la dirección de obras de carreteras
- Real Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas.
- Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa de puentes de carretera.
- Orden de 28 de junio de 1988. por la que se aprueba la instrucción Complementaria MIE AEM2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a gruas-torre desmontables para obra.
- Resolución de 30 de abril de 1998, de la Dirección General de Trabajo por la que se dispone la inscripción en el registro y publicación del Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

13.1 CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

En todo momento se estará a lo dispuesto por el 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 los equipos de trabajo.

NOTA: Se entiende por equipo de trabajo, cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

La empresa adjudicataria hará cumplir a todos los intervinientes en la obra, las siguientes condiciones generales:

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente, la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca CE., Se entenderá que dentro de las posibilidades, se utilizarán estos equipos.

13.2 CONDICIONES DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS

Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada el Carnet de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra.

La máquina, será portadora de la documentación para su mantenimiento y conservación, del fabricante, importador o suministrador.

La revisión será la que marque el fabricante, importador suministrador en los documentos antes mencionados, y, deberá de encontrarse siempre actualizado.

13.3 MARCADO.

Toda la maquinaria de obra llevara de forma legible las siguientes indicaciones:

Nombre y dirección del fabricante.
Marcado “CE”.
Designación de la serie o el modelo.
Año de fabricación.

13.4 MANUAL DE INSTRUCCIONES.

Cada maquina llevará un manual de instrucciones en el que se indique como mínimo lo siguiente:

Las condiciones previstas de utilización.
El o los puestos de trabajo que pueden ocupar los trabajadores.
Las instrucciones para que pueda efectuarse sin riesgo:
La puesta en servicio.
La utilización.
La instalación.
El montaje y el desmontaje.
El reglaje.
El mantenimiento (conservación y reparación).

13.5 NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implantará en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina, o una determinada máquina herramienta.

Para ello, el jefe de obra o bien el encargado de seguridad, cumplimentara una ficha en la que autorizara expresamente la persona o personas que pueden utilizar un determinado equipo. Estos documentos, se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra. La copia, se entregará firmada y sellada en original, a la Dirección Facultativa, la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

13.6 CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

CASETAS DE LAVABOS Y ASEOS

Se dispondrán en obra casetas con lavados v duchas, con agua fría y caliente.
El número de grifos será, por lo menos, de uno por cada diez usuarios.
El número de duchas, también será de una por cada diez trabajadores, de las cuales, por lo menos una cuarta parte, se instalarán en cabinas individuales.
Existirá al menos un inodoro por cada 25 hombres.
Las dimensiones mínimas de las cabinas serán 1 metro por 1,20 de superficie v 2,30 metros de altura.
Los inodoros y urinarios se instalarán y se conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

CASETAS DE VESTUARIOS.

La superficie mínima de los vestuarios será de dos metros cuadrados por cada trabajador que haya de utilizarlos, y la altura mínima del techo será de 2,30 metros. Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

AGUA POTABLE

Las Empresas facilitarán a su personal, en los lugares de trabajo, agua potable, disponiendo para ello de grifos de agua corriente, y en caso de no existir ésta, de un servicio de abastecimiento con recipientes limpios y en cantidad suficiente en perfectas condiciones de higiene.

Se indicará mediante carteles si el agua no es potable.

COMEDORES

Se instalarán comedores cerrados con las siguientes condiciones:

- Contarán con bancos o sillas y mesas.
- Se mantendrán en absoluto estado de limpieza.
- Medios adecuados para calentar las comidas.

CONDICIONES COMUNES A TODAS LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

- Dispondrán de aislamiento térmico.
- Tendrán ventilación al exterior natural o forzada.
- Dispondrán de calefacción en invierno.

13.6 ENCARGADO DE SEGURIDAD

La empresa adjudicataria nombrará un encargado de seguridad que cumplirá alguno de los siguientes requisitos:

Ser un técnico cualificado en prevención de riesgos laborales, o en su defecto, un trabajador con amplia experiencia que demuestre haber seguido con aprovechamiento algún curso específico de Seguridad y Salud en el trabajo en la construcción y de socorrismo.

NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD.

- Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la Seguridad y Salud.
- Realizar el análisis y evaluación de riesgos preceptivo según la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Comunicar al coordinador, o en su caso, a la Dirección Facultativa, (o a la Jefatura de Obra), las situaciones del riesgo detectado y la prevención adecuada.
- Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones y máquinas con referencia a la detección de riesgos profesionales.
- Prestar los primeros auxilios a los accidentados.

- Actuar como conocedor de la Seguridad en el Comité de Seguridad e Higiene.
- Conocer con detalle el Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Colaborar con el coordinador de S+S, y en su caso, con la Dirección Facultativa, (o Jefatura de Obra), en la investigación de los accidentes.

NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD.

1. Realizar el análisis y evaluación de riesgos preceptivos según la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales.
2. Controlar la puesta en obra de las normas de seguridad.
3. Dirigir la puesta en obra de las unidades de seguridad.
4. Efectuar las mediciones de obra ejecutada con referencia al capítulo de seguridad.
5. Dirigir las cuadrillas de seguridad.
6. Controlar las existencias y acopios del material de seguridad.
7. Revisar la obra diariamente cumplimentando el listado de comprobación y de control adecuado a cada fase o fases.
8. Redacción de los partes de accidente de la obra.
9. Controlar los documentos de autorización de utilización de la maquinaria de la obra.

13.7 EL LIBRO DE INCIDENCIAS.

Se trata de un documento de denuncia automática ante la Inspección Provincial de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra, de las anotaciones con fines de seguimiento y control, realizadas durante la ejecución de la seguridad en la obra.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y 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, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del plan de seguridad.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados, a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

13.8 FORMACION E INFORMACION A LOS TRABAJADORES

LEY 31/95 DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

Artículo 18. Información, consulta y participación de los trabajadores.

1. A fin de dar cumplimiento al deber de protección establecido en la Ley 31/95, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.

- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.

- Las medidas adoptadas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 de la presente Ley. En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, la información a que se refiere el presente apartado se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

2. El empresario deberá consultar a los trabajadores, y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la presente Ley. Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos de participación y representación previstos en el capítulo V de esta Ley, dirigidas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud en la empresa.

Artículo 19. Formación de los trabajadores.

1. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

2. La formación a que se refiere el apartado anterior deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma. La formación se podrá impartir por la empresa mediante medios propios o concertándola con servicios ajenos, y su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores. nota

El contratista adjudicatario de la obra deberá definir dentro del plan de seguridad y salud, el modo, en tiempo y manera, de llevar a la práctica esta obligación.

14. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

14.1 ACCIONES A SEGUIR.

El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.

En caso de caída desde altura o a distinto nivel, y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia, y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

Con el fin de que sea conocido por todas las personas participantes en la obra, se instalarán una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en los que se suministra la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.; este rótulo contiene los datos del cuadro siguiente.

ASISTENCIA A ACCIDENTADOS

Nombre del centro asistencial

Dirección

Teléfono

El rótulo se colocará de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra:

1. Acceso a la obra en sí.
2. En la oficina de obra.
3. En el vestuario aseo del personal
4. En el comedor
5. En tamaño hoja Din A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios.

Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

14.2 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

El Jefe de Obra o el Encargado de S+S, quedan obligados a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro explicativo informativo siguiente, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia:

ACCIDENTES GRAVES Y MUY GRAVES

- A la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas, y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

ACCIDENTES MORTALES

- Al Juzgado de Guardia.
- A la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene: De Forma Inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las acciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

14.3 ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

Accidentes sin baja laboral: se compilarán en la *hoja oficial de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica*, que se presentará en la *entidad gestora o colaboradora*, en el plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.

Accidentes con baja laboral: originarán un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará en la entidad gestora o colaboradora en el plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.

Accidentes graves, muy graves y mortales, o que hayan afectado a 4 o más trabajadores: se comunicarán a la Autoridad Laboral, telefónicamente y por fax, en el plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del siniestro.

14.4 MALETÍN BOTIQUÍN DE ASISTENCIA INMEDIATA A LOS ACCIDENTADOS DE LA OBRA.

En la obra, existirá, en todo momento un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de yodo; mercurocromo o cristalmina; amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

14.5 NORMAS DE MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD.

Las mediciones de los componentes y equipos de seguridad se realizarán en la obra, mediante la aplicación de las unidades físicas y patrones internacionales que las definen; es decir: m., m², m³, Ud., y h.

La medición de los equipos de protección individual utilizados, se realizará mediante el análisis de los partes de entrega definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares, junto con el control del acopio de los equipos retirados por uso, caducidad o rotura.

La certificación del presupuesto de seguridad de esta obra, está sujeta a las normas de certificación, que deben aplicarse al resto de las partidas presupuestarias del proyecto de ejecución.

Esta partidas a las que nos referimos, son parte integrante del proyecto de ejecución por definición expresa de la legislación vigente.

14.6 CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

El control de la entrega de los equipos de protección individual se realizará mediante el modelo que se expresa a continuación o cualquier otro similar:

Accesos.

Antes de iniciar las obras, se deben prever y acondicionar los accesos a los diferentes tajos, así como los itinerarios y recorridos preestablecidos para los diferentes usuarios de los mismos. Se deberán marcar en planos y croquis suficientemente claros y comprensibles que serán distribuidos por lugares estratégicos de la obra.

El acceso de personal a los tajos se realizará mediante elementos que no causen accidentes.

Se evitará el acceso a personas ajenas a las obras, por prohibición expresa y señalización adecuada.

Interferencias y servicios afectados

El proyecto de construcción de la obra a ejecutar, refleja los servicios afectados existentes en la zona objeto de nuestra actuación, aun así se tendrán en cuenta las siguientes premisas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Antes de efectuar cualquier obra de excavación se pedirá, por escrito, a los distintos servicios que marquen la trayectoria de las instalaciones existentes, con el fin de evitar accidentes.

En cualquier caso, y en el momento de proceder al desvío o afección correspondiente, será necesario seguir el proceso siguiente:

- a) El contratista se pondrá en contacto con el titular del servicio afectado y en presencia de éste, señalará el trazado del servicio, con indicación exacta y precisa de la profundidad y características del trazado. La señalización será perdurable durante el transcurso de la afección, protegiendo de sobrepresiones, debidas al uso de maquinaria pesada, etc...
- b) Si el servicio afectado se ha de reponer en lugar diferente, se habrá de preparar la conducción alternativa antes del desmantelamiento de la primitiva.
- c) Permanecer en contacto con los entes titulares de los servicios afectados, hasta que se restituya definitivamente el servicio y siempre bajo las directrices y responsabilidad de las compañías suministradoras.

En cualquier caso, existen unos servicios como son los de suministro de energía eléctrica y telefonía, que no sólo llevan el riesgo de la suspensión del servicio, sino el riesgo intrínseco de la peligrosidad de cara a la vida de las personas que trabajan y se hallan en sus inmediaciones.

Tanto es así, que para los trabajos sobre este tipo de instalaciones, además de las normas de carácter general expuestas con anterioridad, habrá de tenerse siempre en cuenta:

- Se podrá efectuar la excavación mecánica hasta llegar a una cota de 1 metro por encima de la cota de la instalación existente.
- Se podrá efectuar la continuidad de la excavación con martillo neumático, hasta una cota de 0,50 metros, por encima de la coronación de la instalación afectada.
- El resto se efectuará por procedimientos manuales, no punzantes.

No obstante, a continuación se reflejan una serie de medidas preventivas a tener en cuenta en el caso de interferencias con servicios.

Medidas preventivas a tener en cuenta Líneas eléctricas.

a) Aéreas

Se solicitará siempre a la Compañía Instaladora, por escrito, que proceda al descargo de la línea o, en caso necesario, a su elevación.

En caso de que no se pueda realizar lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas, 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.

Por su parte, la Norma NTP-72 del I.N.S.H.T. establece tres niveles de tensión para la fijación de la zona de prohibición de la línea (ZL):

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

En cualquier caso, 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, que puede reducirse en varios metros en caso de fuerte aumento de la temperatura. El viento, con frecuencia, provoca un balanceo de los conductores cuya amplitud también puede alcanzar varios metros. Siempre debe considerarse siempre la posibilidad más desfavorable.

$$U < 1.000 \text{ v.} \leq U < 66 \text{ Kv.} \leq U \leq 400$$

Distancia de los conductores al terreno.

La altura de apoyos será la necesaria para que los conductores, con su misma flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno ó superficie de agua no navegable, a una altura mínima de:

$$5,3 + U \text{ metros}$$

U = Tensión nominal de la línea en KV. Con un mínimo 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 ó 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 del ingenio por dispositivos de parada mecánicos.
- Limitar la zona de trabajo de los ingenios por barreras de protección. Estas delimitan la distancia mínima entre ingenio y la línea.

Bloqueos y barreras de protección.

Para las máquinas, como grúas, palas, excavadoras, etc., se señalarán las zonas que no deben traspasar, 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, unidos por largueros o tablas.

Los largueros o las tablas deben impedir el acceso a la zona peligrosa.

El espacio vertical máximo entre los largueros o las tablas no deben de sobrepasar de 1,00m.

En lugar de colocar los largueros o las tablas, se pueden utilizar cables de retención provisto de la adecuada señalización.

Los cables deben estar siempre bien tensos. El espacio vertical entre los cables de retención no debe ser superior a 0,50m.

La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza 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 del larguero horizontal, se pueden 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 señalado 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.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- 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 deben 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:

El conductor o maquinista:

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arden.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre de riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren de que no deben tocar la máquina.
- No descenderá 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 asegurar 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.

El plan de seguridad que se realice para la obra se acompañara de un plan de emergencias y evacuación.

15. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras objeto de este estudio se encuentran suficientemente definidas en la memoria y todos sus anejos de cálculo del presente proyecto constructivo.

A continuación se describen las diferentes fases de obra para luego poder evaluar sus riesgos:

Cabe destacar que las tareas referidas al derrumbamiento están incluidas en el correspondiente anejo, ya que la empresa que efectuará el derrumbamiento no es el mismo contratista que hará la obra.

Desbroce del terreno.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio del Director de las Obras.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo.

La tierra vegetal deberá ser siempre retirada, excepto cuando vaya a ser mantenida según lo indicado en el Proyecto o por el Director de las obras.

15.1 Demolición de la obra existente

Para esta fase de la obra se ha dedicado un capítulo completo de la seguridad y salud ya que la empresa a realizar esta operación será diferente a la que efectúe el resto de la obra.

15.2 Excavación de la explanación

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde han de asentarse los viales previstos, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas y el consiguiente transporte de los productos removidos al depósito o lugar de empleo.

Se incluyen en esta unidad la ampliación de las trincheras, la mejora de taludes en los desmontes, y la excavación adicional en suelos inadecuados.

15.3 Terraplenes.

Esta unidad consiste en la extensión y compactación, por tongadas, de los materiales cuyas características se definen en el presente proyecto, en zonas de tales dimensiones que permitan de forma sistemática la utilización de maquinaria pesada con destino a crear una plataforma sobre la que se asiente el firme de una carretera.

Su ejecución comprende las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de apoyo del relleno tipo terraplén.
- Extensión de una tongada.

- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada.

Las tres últimas operaciones se reiterarán cuantas veces sea preciso.

- Excavación en zanjas y pozos

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir zanjas y pozos. Su ejecución incluye las operaciones de excavación, entibación, posibles agotamientos, nivelación y evacuación del terreno, y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

- Rellenos localizados.

Esta unidad consiste en la extensión y compactación de suelos, procedentes de excavaciones o préstamos, en relleno de zanjas una vez instalada la red de abastecimiento, saneamiento, eléctrica, teléfono, etc., trasdós de obras de fábrica, cimentación o apoyo de estribos o cualquier otra zona, que por su reducida extensión, compromiso estructural u otra causa no permita la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo la ejecución del resto del relleno, o bien exija unos cuidados especiales en su construcción.

- Zahorras.

El Relleno de parte de la excavación realizada para el alojamiento de canalizaciones, puede ser con zahorra natural o artificial según se especifique en el proyecto. Se suele colocar sobre la cama de arena utilizada para cubrir los tubos.

- Hormigones

Relleno con hormigón de parte de la excavación según se especifique en el proyecto. Se suele colocar para rellenar excavaciones peligrosas como pueden ser las eléctricas; canalizaciones de baja tensión, media o alta. Además, algunas empresas de fibra óptica, telefonía u otros, suelen tener especificaciones especiales y una de ellas puede ser el relleno con hormigón.

Empleo de hormigón en pavimentación de red viaria.

- Tuberías. Drenajes

El material de éstas depende del tipo de canalización en el que nos encontremos: abastecimiento, saneamiento de pluviales, de residuales, telefonía, electricidad, protección de tubos, etc. Dependiendo del diámetro y material se colocará con grúa y sobre una cama de arena u hormigón de limpieza.

- Pozos y Arquetas

Arqueta es un recipiente prismático para la recogida de agua de las cunetas o de las tuberías de drenaje y posterior entrega a un desagüe. También se utilizarán arquetas en el resto de instalaciones de abastecimiento, saneamiento de aguas fecales, telecomunicaciones y electricidad.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

El material constituyente podrá ser hormigón, materiales cerámicos, piezas prefabricadas o cualquier otro previsto en el Proyecto o aprobado por el Director de las Obras. Normalmente estará cubierta por una tapa o rejilla.

Pozo de registro es una arqueta visitable de más de metro y medio (1,5 m) de profundidad.

Los pozos pueden ser prefabricados o realizados in situ. Éstos se sitúan en cambios de rasante, cambios de dirección y respetando siempre la distancia máxima entre ellos que rija la

Norma bajo la que actuemos. Normalmente para tubos mayores de 1000 mm de diámetro, se colocan arquetas, preferiblemente de hormigón, ya que el diámetro de los pozos prefabricados es de 110 mm.

- Estructuras

En el proyecto que nos ocupa se definen diferentes estructuras, teniendo fundamentalmente las siguientes:

- Cimentaciones y estribos
- Pilares y dinteles
- Colocación vigas prefabricadas
- Ejecución de losa in situ
- Losas de transición
- Depósito distribución de aguas

De forma general se actuará siempre siguiendo unas determinadas pautas, tratándose de estructuras realizadas in situ. Se colocarán primeramente el acero según planos. Posteriormente se realizará el encofrado. Y por último, se hormigonará.

Se deben cumplir los tiempos de fraguado especificado por el/los autor/es del proyecto para que su acabado sea el adecuado y no se produzcan problemas tanto a corto como a medio o largo plazo.

- Mezclas Bituminosas.

Las mezclas bituminosas vienen determinadas por una serie de parámetros entre los que se encuentran el tipo de vía, de tráfico, la zona térmica, la climatología, el coste económico y cualquiera que afecta a dicha vía.

Además de definir el tipo de mezcla se deben definir los riegos de imprimación (entre la capa de zahorra artificial y primera capa de mezcla) y, los riegos de adherencia (entre distintas capas de mezcla bituminosas).

La forma de colocar las mezclas bituminosas sería la siguiente:

- Riego de imprimación después de la zahorra artificial.
- Primera capa de mezcla bituminosa.

- Riego de adherencia.
- Segunda capa de mezcla bituminosa.
- Riego de adherencia.
- Tercera capa de mezcla bituminosa.

Y así sucesivamente las capas de mezcla que compongan el paquete de firme de nuestro trazado.

De esta forma se tiene que hacer tanto de nueva ejecución como de reposición. Es decir, este criterio es el mismo para reposición de pavimentos aunque sean en pequeñas áreas.

- Centros de Transformación

Los Centros de Transformación tipo PFU, constan de una envolvente de estructura de hormigón modular, en cuyo interior se incorpora toda la aparamenta eléctrica.

Para la ubicación es necesario primera mente una excavación, donde se colocará en su fondo una capa de arena compactada y nivelada de 10 cm de espesor.

Se colocará la solera, pavimento y cerramientos exteriores que son fabricados en una sola pieza de hormigón, pasando a incorporar los cuadros, máquinas, trafos, interconexiones y demás equipos eléctricos.

- Señalización y Balizamiento

Se realiza una vez terminada la aplicación de todas las mezclas. Las formas, tamaños y tipos, ya sea vertical u horizontal, deberán especificarse en proyecto. Si no se hiciese mención, se seguirán las especificaciones de la Dirección de Obra o quien corresponda.

- Acopios

Los acopios de los materiales a utilizar en la obra, se realizarán siempre en el interior del vallado perimetral, y en una zona delimitada e indicada para tal fin en el interior de la obra.

15.4 Aplicación de la seguridad al proceso constructivo

La reglamentación actual de Seguridad y Salud contempla la obligatoriedad de identificar los riesgos evitables y los no eliminables, así como las medidas técnicas a adoptar para cada uno de ellos.

Dadas las características de las obras que se definen en el presente estudio, y en áreas de un mayor rigor en la aplicación de la seguridad, en las obras que se definen, consideramos que no se podrá llegar a evitar, completamente, ninguno de los riesgos que estimamos pueden aparecer, por lo que se han considerado todos como no eliminables.

A continuación se enumeran los riesgos previsible que se presentan en las diferentes actividades que componen la presente obra, así como las medidas preventivas y protecciones individuales y colectivas a emplear.

15.5 Trabajos previos a la realización de las obras

1. Vallado de las obras

En cumplimiento de lo expresamente prescrito en el R.D. 1627/1997 se llevará a cabo el vallado de la zona de obras en todo su perímetro, según se detalla en los planos del presente anejo.

Las condiciones del vallado serán las siguientes:

- o Para evitar el paso de personas ajenas a la obra se colocará un vallado perimetral de obra que la delimitará, para evitar en lo posible el paso de terceras personas a los lugares en los que se estén ejecutando trabajos de cualquier tipo.
- o La altura de dicha protección perimetral será de 2 metros como mínimo que llevará su correspondiente señalización e iluminación.
- o Se preverán puertas de acceso totalmente independientes, para personas y vehículos.
- o Ambas puertas serán de material consistente, y permitirá su perfecto cierre al finalizar la jornada de trabajo.
- o El vallado perimetral, tendrá la resistencia suficiente para no ser abatido por el viento.
- o La malla tendrá el tamiz suficientemente pequeño para evitar que se pueda escalar fácilmente.
- o Si se emplea vallado modular, deberán atarse los módulos entre sí para evitar su fácil apertura y el paso de personas ajenas a la obra.
- o Carecerá de puntas de alambres, o elementos que puedan causar lesiones a los transeúntes.

2. Señalización de las obras

Asimismo, adquiere una gran importancia la señalización de las zonas de los trabajos, tanto diurna como nocturna, estableciendo en cada momento las rutas alternativas y los desvíos que en cada caso sean pertinentes.

De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.

En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Utilización obligatoria del casco.
- Uso obligatorio de calzado de seguridad
- Uso obligatorio de guantes
- Peligro por maquinaria móvil

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Peligro cargas suspendidas.

El uso obligatorio de protección auditiva, protección para vibraciones, peligro de quemaduras y protección ocular, deberá ir señalizada mediante pegatinas u otro sistema similar en los equipos de maquinaria como por ejemplo: martillo neumático, dumper, compactador etc.

En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de “riesgo eléctrico”.

En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de “peligro caídas a distinto nivel” y “utilización obligatoria del cinturón de seguridad”.

Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.

En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de “prohibido fumar”.

En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.

En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

3. Acopios de Materiales

Los acopios de los materiales a utilizar en la obra, se realizarán siempre en el interior del vallado perimetral, y en una zona delimitada e indicada para tal fin en el interior de la obra.

Los materiales paletizados se acopiarán sobre superficies niveladas y resistentes, sin afectar las zonas de paso.

En proximidades a zonas de paso se señalizarán mediante cintas de señalización

La altura de las pilas no debe superar la altura designada por el fabricante. No se acopiaran en la misma pila palet de diferente geometría ni contenido.

Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

No se considera zona de acopio de materiales peligrosos por no existir en la obra, ya que la maquinaria realiza las tareas de mantenimiento en talleres especializados.

Los despuntes de ferralla que se generen se recogerán en un contenedor o en su defecto en una zona acotada para evitar accidentes.

4. Instalación eléctrica provisional.

La instalación eléctrica requerida por la obra no va a ser muy elevada, quedando reducidos en muchos casos a la iluminación de algún tajo o el interior de los colectores, o bien, a la

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

alimentación de las instalaciones de higiene y bienestar, máquinas eléctricas, vibradores de hormigón y bombas de achique si se empleasen.

El suministro de energía eléctrica para la obra se podrá realizar de dos maneras:

- 1) Contratando con la empresa suministradora en Baja Tensión (380 V.).
- 2) Generando la corriente mediante un Grupo Electrónico con salida en Baja Tensión.

En cualquier caso, la salida de corriente se conectará a un Cuadro General de Obra, Componentes de la instalación Grupos Electrónicos

Si se prevé la utilización de grupos electrónicos, tanto fijos como portátiles, se ajustarán a las siguientes Normas:

- Estarán insonorizados
- El Neutro de los mismos se conectará a una toma de Tierra.
- La salida de corriente alimentará un cuadro general de obra con las debidas protecciones y tomas de corriente normalizadas, donde se conectarán los maquinas portátiles, vibradores de hormigón, etc.

5. Armarios o Cuadros de protección

- Armarios metálicos o de material aislante, en cuyo interior se alojan los mecanismos de protección general:
 - o Ø Contra cortocircuitos y sobrecargas (Automático Magnetotérmico General)
 - o Ø Contra derivaciones a tierra y/o descargas (Automático Diferencial de 300 mA.)
- así como los distintos magnetotérmicos y diferenciales de 30 mA., para cada una de las distintas tomas de corriente

Todos los Cuadros cumplirán las siguientes Normas:

- Serán metálicos o de material plástico, de tipo para la intemperie, con puerta y cerrada de seguridad (con llave), según norma UNE-20324, y pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces, como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerá adherida en la puerta, una señal normalizada de "Peligro riesgo eléctrico"
- Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derecho" firmes.
- Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado, según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP.447).
- Los cuadros eléctricos de distribución se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso y evitando si es posible colocarlos en lugares mojados o húmedos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.), debiéndose utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso.
- La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos como necesarios; su cálculo será efectuado 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 hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación de las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico.
- Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
- Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.
- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA (s/ R.E.B.T.) Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA (s/ R.E.B.T.) Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil. Interruptores
- Tienen la función de interrumpir el paso de corriente entre el Cuadro de Obra y las Tomas de Corriente del mismo, realizando la misma función en los cuadros auxiliares. Pueden ser interruptores puros (seccionadores) o tener a la vez funciones de protección contra cortocircuitos y sobrecargas (magnetotérmicos).
- Cumplirán las siguientes Normas:

Se ajustarán expresamente a lo especificado en el Reglamento

6. Electrotécnico de Baja Tensión.

o Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

o Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

o Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derecho" estables.

7. Tomas de corriente

- Las tomas de corriente son bases de enchufe de material aislante que están

ancladas en la tapa frontal o en los laterales del Cuadro General de Obra o en los cuadros auxiliares, son de tipo hembra, de manera que sus contactos están protegidos, actualmente disponen de tapa hermética de protección con resorte.

- Al conectar clavijas tipo macho en las mismas (tras levantar la tapa de protección) se establece un contacto eléctrico, permitiendo el paso de la corriente a través del cable hacia el punto de consumo.
- Su tamaño depende de la corriente en Amperios que pueden trasegar p. e. 16 A., 32 A. y su número de polos varía según sean monofásicas o trifásicas:
 - o - Monofásicas: tres contactos: Fase + Neutro + Tierra, suministran 220 v.
 - o - Trifásicas: cuatro contactos: Fase + Fase + Fase + Tierra, suministran 380 v.
- Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
- 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 contactos eléctricos directos.
- Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de los útiles especiales, o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

8. Cables

- Los cables tienen la función de transportar hasta el punto de consumo la corriente eléctrica que alimenta las instalaciones o maquinaria. Habitualmente se denomina cable cuando se trata de un único conductor y "manguera" cuando es un conjunto de varios cables aislados individualmente, agrupados en tres, cuatro o más unidades con una funda protectora aislante exterior.
- El material habitual de los cables es el cobre revestido de una funda aislante y puede ser rígido o flexible, y se encuentra en el mercado con diferentes secciones normalizadas, 1,5,2,5,4,6... mm², tanto en unifilares como en mangueras.
- El calibre o sección del cableado será el especificado y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar, en función de la maquinaria e iluminación prevista.
- Todos los conductores utilizados de tensión nominal 1.000 voltios como mínimo, serán aislados y sin defectos apreciables (rasgones, repelones o similares). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta) se efectuará, siempre que se pueda, mediante canalizaciones enterradas.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras este se realizará 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.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tabloncillos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima será entre 40 y 50 cm., el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Caso de tener que efectuarse empalmes entre mangueras, se tendrá en cuenta:
 - a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - b) Los empalmes provisionales entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas, estancos antihumedad.
 - c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas, estancos antihumedad.
- La interconexión de los cuadros secundarios se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento, en torno a los 2 m, para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras de suelo.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro de agua.

9. Prolongadores o alargaderas

- Si son para cortos períodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable I.P. 447)
- Los postes provisionales de los que colgaran las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación, carretera y asimilables.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal (nunca junto a escaleras de mano).

10. Tomas de tierra

- La "Puesta a tierra" comprende toda la ligazón metálica directa, sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, ó grupo de electrodos, enterrados en el suelo.
- La puesta a tierra tiene por objeto de conseguir que en el conjunto de las instalaciones, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta.
- La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MIBT.023, mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.
- Se deberán cumplir los siguientes condicionantes:
 - o Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
 - o El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - o La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación.
 - o El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde, está prohibido expresamente utilizarlo para otros usos, únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo, de 95 mm² de sección, como mínimo, en los tramos enterrados horizontalmente y que será considerado como electrodo artificial de la instalación.
- Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de las carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
- Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
- La conductividad del terreno aumentará al verter en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

11. Instalación de alumbrado

- Es probable que se requiera la iluminación de algún tajo en un momento determinado, por lo que se cumplirán las siguientes Normas:
 - o Las masas de los receptores fijos de alumbrado se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección.

Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra chorros de agua, con grado de protección recomendable IP.447.

o El alumbrado de la obra cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y

12. General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

o La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos con seguridad.

o La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.

o La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

o La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada, con el fin de disminuir sombras.

o Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas, evitando rincones oscuros.

13. Mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica

- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista y, preferentemente, en posesión del carné profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente y, en especial, en el momento en que se detecte un fallo, se declarará "Tierra de servicio" mediante la desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
- Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación, se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables, solo la realizarán los electricistas.

14. Riesgos evitables

- Sobreesfuerzos durante la carga o descarga de grupo electrógeno.
- Heridas punzantes durante la instalación
- Caídas al mismo nivel
- Quemaduras
- Incendios
- Electrocutión: Contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:

- o Trabajos con tensión.
- o Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que esta efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
- o Pérdida de aislamiento de alguna de las partes activas del circuito
- o Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección
- o Usar equipos inadecuados o deteriorados.
- o Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

15. Medidas de protección

- Las medidas de protección a considerar, irán en función de los trabajos a efectuar, y en general las medidas de protección a tener en cuenta en toda obra de saneamiento serán las siguientes:

A) Protección contra contactos indirectos.

- o Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

B) Protección contra contactos directos

- o - Alejamiento, recubrimiento o interposición de obstáculos entre las partes activas de los circuitos.

16. Identificación de riesgos generales en la obra

Con carácter general vamos a identificar los riesgos que sin duda van a existir en cualquier parte de la obra con independencia del momento en que se encuentre, estando expuestos a ellos la casi totalidad de la plantilla. Dichos riesgos son los siguientes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos por derrumbamiento.
- Caídas de objetos por manipulación.
- Caídas por objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.

- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento por vuelta de máquinas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas externas.
- Contactos Térmicos.
- Contactos Eléctricos.
- Inhalación o ingestión de sustancias nocivas.
- Fuegos.
- Causados por seres vivos.
- Atropellos, golpes y choques contra vehículos.

15.6 Identificación de los riesgos, medidas preventivas y protecciones colectivas individuales en las fases de obra

1. Replanteo

Es el conjunto de actividades que se requiere realizar para el posicionamiento y marcado de las obras en el terreno.

Se deberán llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- 1) Localización de las bases topográficas que se definen en el proyecto.
- 2) Situar, a partir de dichas bases, los puntos característicos que definen las obras a realizar.
- 3) Marcar dejando referencias que permitan realizar comprobaciones durante la ejecución.
(Marcas de tiza, estacas, etc.)

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Atropellos por vehículos.
- Caídas a distinto y al mismo nivel
- Golpes, cortes, erosiones al situar marcas o puntos característicos que definen las obras a realizar.
- Exposición a temperaturas externas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Antes del inicio de los trabajos de campo, se realizará un recorrido rápido, con objeto de señalar los lugares de observación y los recorridos a realizar, detectando los posibles peligros y la forma de sortearlos o eliminarlos.
- Los trabajos de replanteo se efectuarán sin la existencia de obstáculos en la zona correspondiente, a fin de evitar caídas y golpes.
- El personal ocupado de esta actividad conocerá el estado físico de la obra en todo momento, y permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías, adoptando las precauciones oportunas.
- Los trabajos de replanteo preliminar, exigirán que el personal preste especial atención a la posible existencia de reptiles e insectos.
- Cuando los trabajos de replanteo preliminar, exijan que el personal ocupe emplazamientos expuestos o peligrosos, se adoptarán las medidas de protección personal necesarias para eliminar el riesgo generado.
- Los trabajos de replanteo que se realicen simultáneamente con operaciones de montaje de instalaciones o con trabajos de obra civil, exigirán que el personal preste especial atención a las posibles interferencias en otras actividades, con el riesgo potencial que estas entrañan.
- En caso de simultaneidad de tales trabajos con cualesquiera otros, se dispondrá la señalización adecuada en los puntos ocupados por el personal que desarrolle aquellos, a fin de evitar atropellos por máquinas o vehículos. Es aconsejable el uso de chalecos reflectantes.
- Todos los medios a utilizar, como cintas, jalones, banderas, miras, etc., deben ser de material no conductor de la electricidad y carecer en lo posible de partes metálicas u otros materiales, capaces de crear campos de electricidad estática.
- Cuando el traslado de los medios auxiliares deba hacerse manualmente, cada porteador limitará su carga a un peso que le permita mantener sus condiciones personales de seguridad y que nunca habrá de superar los 50 kg.
- Se adoptarán las medidas individuales de protección necesarias cuando se claven estacas o clavos mediante mazas o martillos. Normas de comportamiento para el responsable del trabajo:
 - Indicará al personal a su mando de los posibles peligros y la forma de superarlos durante el trabajo.
 - Dotará al personal de los medios necesarios para realizar con seguridad y sin riesgos su trabajo.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

Al ser este un trabajo desarrollado íntegramente por el topógrafo de obra correspondiente y su peón de ayuda, se establecen protecciones colectivas de carácter general, remitiéndose en todo momento al conjunto de protecciones individuales que puedan adoptar estas personas.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad
- Protector auditivo
- Gafas antipolvo para el peón caso que fuera necesario
- Mascarilla antipolvo caso que fuera necesaria
- Ropa adecuada de trabajo.

2. Despeje y desbroce

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las Obras.

El espesor normal del desbroce será de cuarenta (60) cm., salvo indicación en contra del Director de la obra.

Las operaciones se realizarán con las precauciones necesarias para conseguir unas condiciones de seguridad suficientes.

Se tendrá especial cuidado en no dañar ni desplazar ningún hito, marca de propiedad o punto de referencia de datos topográficos de cualquier clase, hasta que un agente autorizado haya referenciado de otro modo su situación o aprobado su desplazamiento.

Las tierras vegetales deberán ser separadas y sin mezclar con otros materiales, en los lugares que la Dirección determine y mantenidas en buen estado para su posterior utilización.

Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de las Obras.

Maquinaria a utilizar y equipo humano

- Pala Cargadora sobre neumáticos
- Camión basculante
- Bulldozer
- Peón especializado

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Caídas al mismo nivel
- Caídas distinto mismo nivel
- Caídas de objetos
- Choques o golpes contra objetos
- Vuelcos de maquinaria
- Caída imprevista de materiales transportados
- Ambiente pulverulento
- Contaminación acústica
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- En las zonas donde puedan producirse desprendimientos de rocas, tierras, o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas y balizadas convenientemente. Los árboles y elementos inestables deberán ser apuntalados convenientemente para su retirada o trasplante.
- Se deberá regar periódicamente las zonas de trabajo que puedan ocasionar polvareda y dispersión de polvo durante su remoción.
- Se seleccionarán las plantas, arbustos, árboles que hay que tener en cuenta para su conservación, protección, traslado y/o mantenimiento posterior.
- Es recomendable que el personal que intervenga en las labores de desbroce, tengan actualizadas y con las dosis de refuerzo preceptivas, las correspondientes vacunas antitetánica y antitífica. En esta actividad se producen con facilidad picaduras de insectos y mordeduras de reptiles.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco homologado con barbuquejo
- Guantes comunes de trabajo
- Guantes anticorte y antiabrasión, de punto impregnado con látex rugoso

- Cinturón antivibratorio de protección lumbar
- Protector auditivo
- Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco
- Botas de seguridad con piso antideslizante
- Botas de agua
- Traje de agua
- Protector de las vías respiratorias
- Cinturón de seguridad de sujeción
- chaleco reflectante para señalistas

3. Movimiento de tierras: Excavación de la explanación.

Una vez ejecutada la limpieza y desbroce del terreno se realizan los desmontes y terraplenes necesarios para obtener el perfil definitivo a la cota sobre la que se dispone la calzada y las distintas soleras y plataformas que configuran los recorridos del área libre, se realizará la apertura de cajas para calzadas, accesos en pendiente y plataformas tal y como se dispone en la documentación gráfica.

La excavación de la explanación, consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la calzada, incluyendo la plataforma, taludes y aceras así como las zonas de préstamos previstos o autorizados que puedan necesitarse; y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Los rellenos y terraplenes se realizan con tierras procedentes de la excavación, siempre en tongadas de 20-30 cm. de espesor debidamente compactadas mediante pisón mecánico. La densidad exigida a los núcleos de terraplén será de 95% de la densidad máxima en el ensayo Proctor Normal; en la coronación de la explanada se exigirán densidades del 100 % en el mismo ensayo.

Posteriormente, haciendo un replanteo previo se realizarán los movimientos necesarios para la ejecución de excavaciones, con medios mecánicos, para la preparación de zanjas para instalaciones generales de la urbanización.

Procedimiento de ejecución

Una vez terminadas las operaciones de desbroce del terreno, se iniciarán las obras de excavación, ajustándose a las alineaciones, pendientes dimensiones y demás información contenida en los Planos y a lo que sobre el particular ordene el Director.

Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado. En especial, se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de taludes en roca debida a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, erosiones

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

locales y encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras.

Durante las diversas etapas de la construcción de la explanación de las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje, y las cunetas y demás desagües se ejecutarán de modo que no se produzca erosión en los taludes.

Tipo de maquinaria a utilizar y equipo humano

- Pala cargadora sobre neumáticos
- Camión Bañera
- Bulldozer
- Capataz
- Peón ordinario

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropellos por maquinaria y vehículos
- Atrapamientos
- Colisiones y vuelcos por incorrectas maniobras
- Caídas al mismo y distinto nivel
- Desprendimientos de tierras en el radio de acción de las máquinas
- Interferencias con línea eléctrica aérea
- Interferencias con conducciones subterráneas
- Generación de polvo.
- Generación de Ruido.
- Inundaciones.
- Vuelco de la coronación de los taludes por sobrecarga
- Vuelco de la coronación de los taludes por vibraciones al transitar próximos vehículos o máquinas

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Será necesario balizar los taludes de los desmontes mediante malla naranja sujetas a tochos metálicos, situada a dos metros del borde del talud.
- Se colocarán barandillas fijas al terreno compuestas por pasamanos entrepañó y rodapié en aquellas zonas de la coronación de la excavación por donde se circulen o personas o sean susceptibles de circular.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- El acceso del personal al fondo de excavación se realizará independiente del de vehículos, siempre que la geometría del solar lo permita, las características del terreno, etc.
- Las rampas tendrán la pendiente del 12% en tramo recto y 8% en tramo curvo con talud en los laterales para contrarrestar las sobrecargas dinámicas, siempre que así lo permita la geometría del solar y las características del terreno
- Se colocarán pórticos limitadores de gálibo en cruces con líneas aéreas en donde se compruebe que la altura libre disponible en su punto más bajo no cumple las distancias mínimas de seguridad en función de la tensión de la línea, con respecto altura máxima que pueda alcanzar la maquinaria empleada. Antes del comienzo de los trabajos se realizarán mediciones de las alturas de las líneas eléctricas que interfieran, para decidir en que puntos se colocan los pórticos limitadores.
- Se colocarán topes para la descarga de los camiones en los vertederos. En los terraplenes, se situará un señalista a pie de tajo que indicará donde se deben descargar los mismos.
- Tanto en los caminos de servicio como en los de vehículos de gran tonelaje se colocará la correspondiente señalización de obra, de acuerdo a la instrucción 8.3 I.C.. En los cruces con caminos existentes se colocarán señales de STOP.
- En épocas secas se regarán los caminos.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- En los accesos a las zonas de obra se colocarán las siguientes señales de aviso de riesgos:
 - o “Prohibido el paso a toda persona y vehículos ajenos a la obra”.
 - o “Peligro maquinaria pesada en movimiento”.
 - o “Riesgo de caída a distinto nivel”.
 - o “Uso obligatorio de casco de seguridad”.
 - o “Uso obligatorio de calzado de seguridad”.
- o Se señalizará la ubicación de todos los servicios afectados que puedan interferir en la ejecución de los movimientos de tierras.
- Señalización de seguridad, mediante balizas de advertencia de indicador de riesgos y señales tipo complementadas por letreros preventivos auxiliares que contengan textos que proporcionen información complementaria de advertencia a terceros.
- Señalización y ordenación del tráfico de maquinas de forma visible y sencilla.
- Señalización y localización de los equipos contra incendios

- Las excavaciones se protegerán mediante barandilla (resistente a 150 kg/m) de 90 cm de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada como mínimo a medio metro de los bordes de coronación. Independientemente del vallado de dos metros a situar en el perímetro de la obra.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Mascarillas antipolvo.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes.
- Protecciones auditivas.

4. Ejecución terraplenes y subbases

Comprende las operaciones de extendido de tierras ó piedras, y su posterior compactación.

El trazado de los viales se ha formalizado teniendo en cuenta dos condiciones:

- Las determinaciones del Planeamiento.
- Las características topográficas del terreno.

Las pendientes del viario varían bastante de unos puntos a otros, intentándose adaptar al máximo a la topografía existente, de forma que se respete el entorno paisajístico de la zona y no provocar un impacto visual que rompa la armonía de la zona.

Procedimiento de ejecución

Una vez preparado el cimientó del terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan las condiciones establecidas anteriormente, los cuales en tongadas sucesivas, de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanada.

El espesor de estas tongadas será lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga en todo su espesor el grado de compactación exigido. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes; y, si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con maquinaria adecuada para ello. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

cumple las condiciones exigidas y sea autorizada su extensión por el Director. Cuando la tongada subyacente se halle reblandecida por una humedad excesiva, el Director no autorizará la extensión de la siguiente.

Los terraplenes sobre zonas de escasa capacidad de soporte se iniciarán vertiendo las primeras capas con el espesor mínimo necesario para soportar las cargas que produzcan los equipos de movimiento y compactación de tierras.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas sin peligro de erosión. Salvo prescripción en contrario, los equipos de transporte de tierras y extensión de las mismas operarán sobre todo el ancho de cada capa.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se obtendrá a la vista de los resultados de los ensayos que se realicen en obra con la maquinaria disponible.

Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Tipo de maquinaria a utilizar y equipo humano

- Motoniveladora
- Camión cisterna para riego
- Camión bañera
- Compactador autopropulsado
- Capataz
- Peón ordinario

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caída de personas a nivel.
- Desplazamiento de personas por laderas.
- Caída de personas desde altura.
- Caída de piedras u objetos.
- Atropello por máquinas.
- Lesiones en los oídos por ondas sonoras.
- Heridas con herramientas manuales.
- Colisiones entre vehículos y máquinas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Contactos con líneas eléctricas.
- Trauma sonoro.
- Insolaciones.
- Vuelcos y derrapes de vehículos y máquinas.
- Lesiones en la espalda por vibraciones.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Acotar y vallar la zona de trabajos y colocar la señalización pertinente.
- Establecer un sistema de iluminación y señalización nocturna.
- Los peligros específicos se señalarán convenientemente.
- Se establecerá una zona de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar de almacenamiento y acopio de materiales inflamables y combustibles (gasolina, gasoil, aceites, grasas, etc.) en un lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.
- Las zonas en que pueda producirse caída de materiales ó elementos sobre personas, maquinas ó vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas ó protegidas convenientemente, sobre todo en las operaciones de descarga de taludes.
- Siempre que existan interferencias en los trabajos entre máquinas ó vehículos, se ordenarán y controlarán mediante personal auxiliar debidamente adiestrado, que vigile y dirija sus movimientos.
- Se sanearán los taludes, eliminando las capas de tierras poco consistentes, retirando las piedras sueltas y los materiales susceptibles de caer.
- Colocar tablonés y topes en los bordes de las excavaciones que marquen a los conductores y maquinistas la zona ó distancia peligrosa de actuación.
- Las zonas de regado y compactación estarán despejadas de vehículos y obstáculos.
- Vallado y señalización de todos los huecos y bordes de excavación.
- Buen estado de los taludes y elementos de contención.
- Delimitación y señalización de las áreas donde pueden existir desprendimientos y desplazamiento de tierras y de piedras en operaciones de descarga en taludes.
- Todas las máquinas de excavación y de compactación, y vehículos que intervienen en éstas actividades deberán cumplir sus respectivas normas específicas.
- Los transportes de materiales sueltos por carretera tendrán protegida la carga por una lona.
- Cuando se proceda al regado de caminos puestos en servicio al tráfico, se ejecutará este por zonas, es decir, habilitando siempre una franja por la que los vehículos puedan circular en

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

perfectas condiciones de vialidad, sin miedo ó peligros de derrapes ó deslizamientos. Cuando ésto no sea posible, se cerrará el camino al tráfico hasta que sean notorias las condiciones de seguridad en su vialidad.

- El vehículo tendrá en su parte trasera un cartel con la inscripción: "PELIGRO DE DERRAPE".
- Señalizar los caminos recién regados y poner limitaciones de velocidad.

NORMAS DE ACTUACIÓN

- Antes del Inicio de los Trabajos:

o Planificar los itinerarios para vehículos y máquinas, colocando la señalización adecuada y pertinente, indicando las prohibiciones y sentido de la circulación. Asimismo se indicará el gálibo y peso máximo de paso.

o Se examinarán las construcciones que pueden verse afectadas por los trabajos, las grietas en la cimentación, los posibles asientos diferenciales, así como las zonas de paso de máquinas y vehículos.

o Establecer un orden interior de circulación para las operaciones de carga y descarga en los respectivos tajos.

o Comprobar el estado de los taludes y elementos de contención.

o Asegurarse del estado de resistencia del terreno en el que se va a efectuar el trabajo, especialmente en obras con terraplén lateral.

o Tener el acopio necesario de las prendas del equipo individual de protección que se vayan a emplear en la obra.

o Hacer la previsión necesaria de medios de protección colectiva, así como de los medios auxiliares. Se estudiará y planificará su uso correcto en cada fase ó actividad de la obra.

o Dar las instrucciones necesarias para el correcto manejo y utilización de máquinas, herramientas, medios auxiliares, elementos y equipos de protección.

o Poner en conocimiento al personal que interviene en la obra de las normas de seguridad de carácter general y particular que regirán en la obra.

o Comprobar que la obra posee los permisos reglamentarios y cumple con las Instrucciones y Normas vigentes.

- Durante la Realización de los Trabajos:

o Las máquinas y vehículos sólo serán utilizados por el personal debidamente autorizado.

o Queda terminantemente prohibido utilizar las máquinas para el transporte de personal. En las máquinas sólo podrá ir el maquinista.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- o Se seguirán las instrucciones dadas sobre la circulación de vehículos y máquinas, respetándose los itinerarios, zonas de aparcamiento, prohibiciones y señales establecidas.
- o El personal permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas.
- o Se disminuirá la velocidad por los caminos recién regados.
- o Se cumplirán las normas de seguridad propias de los maquinistas y conductores de vehículos
- o Aunque el vehículo disponga de cabina protectora, durante la carga el conductor deberá apearse del mismo, dejándolo debidamente parado, y permanecerá alejado de la zona de carga, cuando se apea del vehículo deberá utilizar el casco.
- o En el caso de rotura accidental de una conducción eléctrica, el personal se mantendrá alejado de la misma y del vehículo que la haya provocado. El maquinista de la excavadora ó pala saltará de la misma sin establecer contacto con tierra y máquina simultáneamente. No deberá por tanto descender paulatinamente sino de un salto y con los dos pies a la vez sin tocar la máquina con manos ó brazos.
- o Los conductores de máquinas compactadoras no las acercarán demasiado a los bordes de la excavación.
- o Los tractoristas no se bajarán de la máquina dejándola circular sola.
- o Todo el personal utilizará el equipo individual de protección necesario para la realización de su trabajo. Se emplearán tapones auditivos en las operaciones de compactación. Los tractoristas utilizarán cinturón antivibratorio.
- o Se comprobará, antes del inicio de la marcha de los vehículos de transporte, que no existen en la carga piedras sueltas ó terrones que pudieran desprenderse.
- o Los peones que señalicen la posición de las estacas a maquinistas de extendedoras u otras máquinas, lo harán con un bastón de por lo menos 1,50 m. de largo.
- o El acercamiento de los vehículos cargados, en marcha atrás, al borde del terraplén, será dirigido por una persona situada fuera de la cabina.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señales de riegos especificados.
- Cintas y balizas.
- Vallas.
- Topes para vehículos.
- Sistema de iluminación nocturna.
- Señales de tráfico en caso necesario.
- Señales acústicas y sonoras en vehículos y máquinas.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Buzo de trabajo.
- Botas antideslizantes con puntera metálica.
- Guantes.
- Botas de agua.
- Traje de agua.
- Cinturón antivibratorio.
- Tapones auditivos.
- chaleco reflectante.

5. Muros de tierra armada

6. Estructuras

Encofrado y desencofrado

A. RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas al vacío.
- Caídas de personas por el borde del forjado o por huecos en el propio forjado.
- Caídas de personas al caminar o transitar sobre bañeras o forjados no acabados.
- Caídas de personas por los encofrados de fondos de escaleras y similares.
- Desprendimiento por mal apilado de material, tablas, tableros, placas, etc.
- Caída de objetos al vacío.
- Atrapamientos, aplastamientos, golpes en manos durante la colocación del encofrado.
- Vuelcos o caídas de los paquetes de material durante las operaciones de izado.
- Cortes en manos por el uso de sierras de mano y sierras circulares.
- Lesiones y cortes en manos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Heridas y lesiones en pies por objetos punzantes.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos directos con líneas eléctricas o partes activas accesibles.
- Contactos indirectos con masas de maquinaria eléctrica.
- Trauma sonoro por contaminación acústica.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Proyección de partículas en ojos.
- Dermatitis por contacto con cementos.
- Ambiente pulvígeno
- Riesgos derivados de trabajos en condiciones meteorológicas adversas (frío, calor, etc...).
- Riesgos derivados de los trabajos sobre superficies mojadas o húmedas.
- Riesgos derivados del tránsito de los operarios por las zonas de acceso a la obra.
- Riesgos derivados del tránsito de operarios por las zonas de circulación hasta el lugar de trabajo
-

B. MEDIDAS PREVENTIVAS.

- No deben permanecer personas próximas a la zona de batido de cargas durante las operaciones de izado de materiales.
- Se recomienda colocar cubridores de madera o plástico en las esperas de la ferralla.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes o bordes de forjados o losas horizontales.
- Es importante el orden y la limpieza del lugar de trabajo para evitar accidentes por caídas al mismo nivel.
- Los clavos o puntas procedentes del desencofrado se extraerán o remacharán.
- Los clavos extraídos se barrerán y amontonarán para su posterior retirada.
- Una vez concluido un trabajo, se limpiará todo el material sobrante antes de empezar el nuevo trabajo.
- Como aviso sobre la existencia de un determinado riesgo, se instalarán señales que indiquen el uso obligatorio de casco, de botas, etc.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- El personal que deba utilizar una determinada máquina-herramienta deberá tener la autorización de la jefatura de obra.
- Se utilizarán uñas metálicas como herramienta auxiliar para los desencofrados.
- Se prohíbe hacer fuego en la proximidad de los encofrados. Para tal fin se usarán recipientes metálicos aislados de los encofrados.
- Los trabajadores empleados para este tipo de tareas, deberá ser personal cualificado.
- Antes del vertido del hormigón, se comprobará la correcta estabilidad del conjunto encofrado.
- No se comenzará a encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la colocación correcta de las redes.
- El izado de bañeras o bovedillas recuperables se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán las piezas perfectamente encajadas.
- Antes de permitir la subida de personal al forjado, se revisará la estabilidad de los puntales y buena nivelación de las sopandas.
- En caso de ser posible, se dispondrán redes horizontales de seguridad durante la colocación de las piezas del forjado. De no serlo, los trabajadores se sujetarán a un punto fuerte mediante el cinturón de seguridad
- El desencofrante se dará protegido con guantes.
- Se usarán Equipos de Protección Individual (EPI's) adecuados para cada momento y cada trabajo

C. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Mascarilla de protección respiratoria para partículas.
- Gafas antipolvo.
- Gafas anti-impactos y/o anti-proyección de partículas.
- Protección facial
- Pantalla de protección anti-impactos.
- Guantes de cuero y de protección contra agentes químicos.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Ropa de trabajo adecuada

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Protectores auditivos.
- Cinturones antivibratorios de protección lumbar.
- Protección anticaídas (Cinturón de seguridad y/o arnés).

D. PROTECCIÓN COLECTIVA

- Plataformas voladas y entablado continuo de seguridad o redes sobre horca
- Redes horizontales bajo encofrado
- Protector del disco de la sierra
- Cuerdas de guía segura de cargas

7.Trabajos de ferrallado

A. RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Atrapamiento por el uso de maquinaria auxiliar.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.
- Aplastamientos durante las operaciones de montaje de armaduras.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas desde altura.
- Golpes
- Contactos eléctricos.

B. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1,50 m.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- La ferralla montada se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.
- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.
- Se evitará en lo posible caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas.
- Se instalarán “camino de tres tablon de anchura” (60 cm. como máximo) que permitan la circulación sobre forjados en fase de armado de negativos o tendido de mallazos de reparto o losas armadas.
- Las maniobras de ubicación “in situ” de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- La maquinaria auxiliar para la manipulación de la ferralla, poseerá todas las protecciones necesarias, para evitar el atrapamiento de manos y/o pies de los operarios.
- La maquinaria auxiliar para la manipulación de la ferralla, poseerá todas las protecciones necesarias, para evitar contactos eléctricos, como toma a tierra, conectada a cuadro eléctrico con sus protecciones, etc.

C. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL RECOMENDADOS

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- Ropa de trabajo adecuada a las condiciones climáticas de la época
- Cinturón porta-herramientas.
- Cinturón de seguridad y/o arnés.
- Mascarilla de protección respiratoria para partículas
- Cascos de protección auditiva

- Gafas anti-impactos y/o anti-proyección de partículas.

D. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Setas de protección en las puntas de ferrallado
- Se acopiarán los residuos de hierro en un lugar adecuado para ello

8. Vertido de hormigón

A. RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al vacío.
- Caída de objetos.
- Rotura, hundimientos, reventón o caída de encofrados.
- Desprendimientos.
- Atrapamientos por cierre de la tolva.
- Aplastamientos o golpes por alcance de la tolva.
- Golpes, aplastamientos por basculamiento de la canal de vertido del camión hormigonera.
- Atropello por camión hormigonera o bomba de hormigonado.
- Golpes con la manguera de hormigonado.
- Trauma sonoro por ruido ambiental.
- Cortes o lesiones en manos.
- Cortes, heridas o lesiones en pies por pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Cuerpos extraños, salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Dermatitis por contactos con el hormigón.
- Riesgos derivados de trabajos en condiciones meteorológicas adversas.
- Riesgos derivados de trabajos sobre zonas húmedas o mojadas.
- Lesiones osteoarticulares por manejo de vibradores.
- Contactos eléctricos directos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Contactos eléctricos indirectos
- Riesgos derivados del uso de medios auxiliares.
- Riesgos derivados del tránsito de operarios por las zonas de acceso a la obra.
- Riesgos derivados del tránsito de operarios por las zonas de circulación hasta el lugar de trabajo

B. MEDIDAS PREVENTIVAS

Vertido directo mediante canaleta

- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- Se debe evitar como norma general que las ruedas del camión queden a menos de 2 m. de la zanja.
- Se instalará un cable donde amarrar el cinturón de seguridad en caso de riesgo de caída.
- Las maniobras de vertido deberán ser dirigidas por un capataz.

Vertido mediante cubo

- No se deberá cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa.
- Se recomienda hacer una marca amarilla en el interior del cubo que señale la carga máxima de la grúa.
- La apertura del cubo se realizará accionando la palanca con las manos protegidas con guantes.
- Se debe evitar golpear los encofrados con el cubo.
- Para colocar el cubo en su correcta posición de vertido, se colgarán cuerdas del cubo para guiarlo y así evitar guiarlo o recibirlo directamente con el riesgo del movimiento pendular del cubo. Hormigonado de pilares, vigas o forjados
- Antes del inicio del vertido de hormigón se comprobará el buen estado de seguridad de los encofrados y las redes
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el hormigonado.
- El hormigonado y vibrado de pilares se realizará desde castilletes de hormigonado.
- La cadenilla de cierre del acceso al castillete, permanecerá amarrada siempre que sobre la plataforma haya algún operario
- No se debe concentrar cargas de hormigón, el vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad, sin descargas bruscas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de tres tablonos (60 cm.)

C. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Botas impermeables de seguridad.
- Guantes de cuero y de protección contra agentes químicos.
- Protección anticaídas (Cinturón de seguridad y/o arnés).
- Casco de seguridad
- Mascarilla de protección respiratoria para partículas
- Cascos de protección auditiva
- Ropa de trabajo.
- Gafas anti-impactos y/o anti-proyección de partículas.
- Cinturón antivibratorio de protección lumbar.
- Atropamiento por vuelcos durante los cambios de posición de la máquina

D. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Cuerdas de guía segura de cargas
- Tapas de madera sobre los bataches abiertos.
- Bombeo contra los encharcamientos
- Vallas de balizamiento
- Mallas naranja de protección

9. Excavaciones: zanjas

Consiste en la excavación de las zanjas para las conducciones de las distintas instalaciones de la obra:

- Instalación eléctrica
- Abastecimiento de agua potable, red de pluviales y saneamiento de aguas fecales.
- Instalación de gas
- Instalación de telecomunicaciones

Las zanjas y pozos participan de la mayoría de los riesgos y medidas preventivas que se prevén para desmontes y excavaciones en general.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

La apertura de zanjas es una actividad origen de múltiples y muy graves accidentes, por lo que han de ser objeto de una vigilancia muy estrecha desde sus primeras fases.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por maquinaria y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas al mismo y distinto nivel.
- Desprendimientos de los cortes laterales de una zanja por:
 - Cargas ocultas tras el corte
 - Sobrecargas en coronación
 - Prolongación de apertura
 - Taludes inadecuados
- Caída de personas al interior de la zanja.
- Golpes por maquinaria.
- Caída de la maquinaria a la zanja.
- Caída de herramientas a la zanja.
- Caída de materiales a la zanja.
- Inundación.
- Caídas de trabajadores al cruzar la zanja.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas en manipulación de materiales, medios auxiliares y maquinaria.
- Golpes en la cabeza.
- Interferencias con servicios existentes.
- Proyección de partículas a los ojos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los taludes se realizarán dependiendo del estudio geotécnico del terreno del proyecto y de las indicaciones de la dirección facultativa; como dato orientativo distinguiremos:
 - TERRENO ARENOSO POCO COHESIVO
 - TERRENO COHESIVO

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

• TERRENO ROCOSO

- Se prohibirá a todo el personal permanecer en el radio de acción de las máquinas.
- Se prohibirán los acopios al borde de las zanjas o pozos, estos se almacenarán a una distancia como mínimo igual a la de la profundidad de la zanja.
- Se prohíbe la bajada al interior de la zanja de cualquier trabajador, mientras se estén realizando trabajos con maquinaria dentro de la misma, y se prohíbe permanecer dentro del radio SECCIÓN 3 SECCIÓN 2 SECCIÓN 1 de acción de la máquina les pueda afectar.
- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las zonas de trabajo.
- Se emplazaran los puestos y áreas de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso.
- Se regará con la frecuencia precisa el área de trabajo para que no se produzca polvareda. Diariamente se revisaran el estado de la zanja antes de comenzar la jornada de trabajo, extremando las precauciones cuando se produzcan interrupciones de más de un día o en caso de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas. En el caso que se observe alguna alteración de agua, se avisará a la persona responsable capataz, encargado, jefe de producción o jefe de obra en su caso.
- El acceso del personal a las zanjas se efectuará mediante escaleras de mano ancladas sobrepasando 1,00 m como mínimo el borde de la zanja.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Las zanjas o pozos de profundidad < 2,00 m se señalizarán mediante malla naranja sujeta a tochos Ø 16 Mm. de 1,00 m. de altura hincados en el terreno 25 cm. y dispuestos cada 2,50 m. retranqueada en los caso que se pueda 2,00 m.
- El acceso del personal a la zanja se realizará mediante dos escaleras de mano para salir de las zanjas, una situada en el comienzo y otra en el final de la misma.
- Cuando la profundidad de la zanja sea > 2,00 m. se procederá a colocar barandilla madera (formadas por pasamanos entrepaño y rodapié) ancladas al terreno retranqueada en los caso que se pueda 2,00 m del borde de excavación anclada (siempre y cuando el terreno lo permita, en el caso que no se pueda hincar al terreno se utilizará valla tipo ayuntamiento colocando dados de hormigón en los pies para evitar que esta vuelque) al terreno compuesta por pasamanos, entrepaño y rodapié y retranqueada.
- Para aquellos trabajos que se tenga que aproximar el vehículo al borde de zanja se dispondrán de topes de madera o metálicos según el caso, y los vehículos tienen que ir dotados de avisador acústico y luminoso de marcha atrás.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad para todo el personal que maneje cargas
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Monos o buzos de trabajo. Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.
- Trajes de agua. Especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse en ambientes lluviosos.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en suelos enfangados.
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarillas
- Guantes de goma finos
- Guantes de dieléctricos
- Guantes de cuero

10. Canalización de servicios: Montaje de tuberías.

Comprende la serie de operaciones y trabajos para colocar en zanja y linealmente, conductos prefabricados para el paso de aguas o instalaciones. Es decir se trata de la Colocación de tubos para instalaciones de abastecimiento, saneamiento, alumbrado público, electricidad, telefonía y gas, comunicaciones, energía eléctrica, telefonía.

Riesgos más frecuentes.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Golpes a personas por el transporte en suspensión de tuberías.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Vuelco o desplome de tuberías.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir y colocar las tuberías (Golpes y atrapamientos con tubos).
- Caída de piedras y objetos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Atropello por máquinas y vehículo.
- Heridas con herramientas manuales.
- Derrumbes de tierras.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Quemaduras cáusticas con el hormigón.
- Salpicaduras y motas en los ojos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las zonas de trabajo y acopios estarán acotadas y señalizadas convenientemente.
- Existirá un sistema de iluminación y señalización nocturna.
- Los peligros y riesgos específicos estarán señalizados convenientemente.
- La instalación eléctrica estará en perfectas condiciones. Los cables eléctricos serán de alta resistencia mecánica y antihumedad, y estarán situados fuera del paso de máquinas y vehículos.
- El mandril no tendrá rebabas y las cuerdas, cables o eslingas para bajar los conductos estarán en perfectas condiciones.
- Son de utilización todas las normas generales dadas para zanjas.
- Las máquinas y herramientas utilizadas en el tajo cumplirán sus normas específicas y estarán en perfecto estado de utilización.
- Los servicios afectados, cunetas, desagües, cables eléctricos, etc., se desviarán y protegerán convenientemente.
- La zona de trabajo estará limpia, comprendiendo un pasillo de un mínimo de 60 cm. de ancho junto al borde de la zanja y paralela a ella.
- Las operaciones que se realicen fuera de la zona acotada ó con interferencia con máquinas y vehículos deberán efectuarse con la intervención de personal destinados únicamente a dirigir los movimientos del personal ó vehículos que realicen dicho trabajo.

NORMAS DE ACTUACIÓN.

- Antes del Inicio de los Trabajos:
 - o Deberán obtenerse los permisos necesarios.
 - o Estarán estudiadas las maniobras de los vehículos y maquinaria electromotriz.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

o Se deberán impartir las órdenes necesarias para que las condiciones de trabajo y el orden de las operaciones sea el correcto.

o Se comprobará el estado de las instalaciones, máquinas, herramientas y medios auxiliares que se utilizarán en el tajo.

o Se efectuará el acopio necesario de medios de protección personal y colectiva que se utilizarán en el transcurso de la obra.

o Se inspeccionarán las zonas de trabajos para comprobar su estado, antes de comenzar el inicio de las operaciones.

- Durante la Carga y descarga de los tubos:

o Una vez presentado en el sitio de instalación el tubo, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo, concluido el cual podrá desprenderse del balancín.

o Los trabajos de recepción en instalación de los tubos se realizarán lejos de la zanja. En el caso de que se coloquen directamente en la zanja, deberá estar rodeada de barandillas de 90 cms. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cms.

o Los tubos se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas.

o Si algún tubo girase sobre si mismo, se le intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno.

o Se vigilará cuidadosamente la maquinaria y elementos auxiliares que se empleen en el izado de los tubos.

o No se izarán tubos para su colocación bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h.

o Para el manejo de los tubos se seguirán siempre las indicaciones del fabricante.

- Durante la Realización de los Trabajos:

o Se dispondrá el almacenaje de los conductos a una distancia no inferior a 1 m. del borde de la zanja, y se mantendrá este espacio limpio de puntas, maderas, tierras, etc.

o Los operarios usarán el equipo de protección adecuado.

o La pared de la excavación deberá permanecer saneada.

o Para el vertido del hormigón a la zanja se dispondrá una pasarela atravesada sobre ella (de ancho mínimo 80 cms), y desde ella se efectuará dicha operación con carretillas, y no desde el borde de la zanja.

o Durante las operaciones de bajada de tubos y vertido de hormigón, no deberá permanecer nadie bajo la vertical de dichos elementos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

o Se comprobará diariamente el estado de las instalaciones, máquinas, herramientas, medios auxiliares, accesos, zonas de paso, señalizaciones y protecciones de la obra.

o Se evitará el andar por las proximidades de los bordes de la zanja.

o Las manipulaciones que deban hacerse en una instalación eléctrica sólo las podrá realizar el electricista, una vez recibidas las órdenes pertinentes, debiendo utilizar guantes y botas aislantes.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Cintas y balizas.
- Vallas.
- Señales de riesgo específico.
- Topes para vehículos.
- Sistema de iluminación nocturna.
- Señales de tráfico en caso necesario.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Buzo de trabajo.
- Botas antideslizantes.
- Guantes.
- Botas de agua.
- Traje de agua.
- Gafas antipolvo.
- Guantes y botas aislantes de la electricidad.

16. DESCRIPCIÓN DE LA INSTRUCCIÓN RELATIVA AL USO DE GRÚAS

16.1 Introducción

El uso de ciertos equipos de trabajo, como pueden ser las grúas existentes en la obra en estudio pueden conllevar ciertos riesgos, siendo necesario el establecer una instrucción técnica para gestionar adecuadamente los aspectos preventivos.

Este documento debe complementarse con las instrucciones facilitadas por los diferentes fabricantes de las grúas y otros procedimientos que puedan elaborarse por los responsables de operación y de mantenimiento periódico de estos equipos de trabajo.

Primera utilización

Antes de utilizar una grúa por primera vez, el operador debe leer y comprender la información facilitada en el manual de la misma. Para una utilización segura y eficiente de la grúa, las instrucciones y consejos indicados en estos manuales deben seguirse escrupulosamente.

Criterios básicos de utilización

Se entiende por puesto de operación el lugar desde el que el operador manejando los órganos de control opera la grúa. En la obra de paso, las grúas existentes se operan desde el suelo, mediante botonera o telemando.

Operación desde el suelo

El mando de las operaciones de la grúa, se realiza generalmente mediante una botonera colgante de la misma o mediante telemando, que es el sistema más frecuente en la actualidad.

En las operaciones con mando de botonera, la velocidad normal de desplazamiento horizontal de la grúa, debe ser compatible con la del operador en el entorno en que este se mueve.

Instrucciones generales de operación

Como reglas generales, deben respetarse las siguientes:

- Antes de conectar la grúa a la red eléctrica, se comprobará que todos los mandos estén desactivados, en punto muerto o que no existan botoneras enclavadas.
- Antes de elevar una carga se sujetará la misma al elemento de elevación mediante eslingas apropiadas.
- Cuando se utilicen elementos especiales de elevación, se asegurará antes de tomar la carga el correcto funcionamiento de los mismos.
- Las operaciones con cargas utilizando gancho de elevación, se realizarán en cuatro tiempos:

1. Eslingado de la carga. El operario dispone de la Instrucción Técnica de Prevención UPRL-PR-IT-018, relativa al uso de eslingas.
2. Tensado de las eslingas sin llegar a levantar la carga, para comprobar su fijación.
3. Ligera elevación de la carga para comprobar su equilibrado y verificación de que no se excede la carga máxima permitida.

4. Elevación definitiva de la carga para su traslado.

- Está totalmente prohibido el transporte de personas con la grúa.
- Está prohibido el paso de cargas sobre personas.
- Todos los desplazamientos se realizarán a velocidad lenta y a una altura suficiente que permita garantizar que la carga no incida sobre las maquinas, objetos del área ni personas.
- Está prohibido elevar o intentar elevar elementos anclados.
- No se elevarán ni arrastrarán cargas, tirando de las mismas lateralmente.
- Cuando el operador deba abandonar su puesto, se asegurará de no dejar cargas suspendidas, retirando y guardando consigo la llave de bloqueo de los mandos.
- No se dejarán nunca las cargas suspendidas, ni durante cortas paradas de la actividad.

Equipos de Protección Individual.

Es obligatorio el uso de ropa de alta visibilidad, casco y calzado de seguridad antideslizante. En función de otras actividades desarrolladas, pudiera ser obligatorio el uso de otro tipo de equipos de protección individual.

Formación del operador

Con el fin de garantizar en todo momento la seguridad de las personas, las grúas únicamente deben ser manejadas por empleados que dispongan de la oportuna autorización del Director/a del Departamento o Director/a de obra.

Es requisito imprescindible para esta autorización, el disponer de formación en prevención de riesgos laborales relativa al uso de grúas, sin perjuicio de la necesaria formación en el manejo del equipo.

El Director de Obra podrá solicitar información a la Unidad de Prevención de Riesgos Laborales sobre las personas que disponen de la formación preventiva en esta materia.

En principio, se encuentra prohibido el uso de las grúas por personal ajeno a la contrata. En el caso de que trabajadores ajenos necesiten la utilización de la grúa, la empresa a la que pertenezcan deberá justificar en el momento de la homologación (procedimiento UPRL-PR-PS-026), que sus trabajadores disponen de formación en prevención de riesgos laborales sobre estos equipos de trabajo.

16.2 Mantenimiento

El mantenimiento de una grúa consiste en el conjunto de comprobaciones, actuaciones, sustituciones y ajustes que se realizan para que la misma mantenga un nivel de seguridad aceptable y como mínimo acorde con el prescrito en el marco normativo.

A este respecto deben seguirse escrupulosamente las pautas y criterios de mantenimiento básico que el fabricante de la grúa incluye en el Manual de Instrucciones, que obligatoriamente debe entregar con cada máquina.

El mantenimiento lo realizará el fabricante o empresas conservadoras autorizadas. Cada grúa deberá disponer de un diario de mantenimiento, en el que se reflejen las operaciones

que se realicen sobre este equipo de trabajo. Es responsabilidad de los Directores/as de Departamento y/o Director/a de obra el garantizar un mantenimiento adecuado de estos equipos y el mantener actualizado el diario de mantenimiento.

Las revisiones y comprobaciones previas serán realizadas por empleados de la Dirección Facultativa.

Mantenimiento preventivo

Dentro del mantenimiento preventivo se distinguen las revisiones y comprobaciones previas, las revisiones periódicas y las revisiones generales.

Las revisiones y comprobaciones previas constituyen el mantenimiento más inmediato y consisten en las revisiones que debe de realizar el operador antes de la puesta en servicio de la grúa y consistente en:

- Revisión visual y de funcionamiento de los mecanismos de seguridad: limitadores de carrera, frenos, dispositivos de seguridad y de parada de emergencia.
- Revisión visual de los aspectos más aparentes de la grúa y de elementos sometidos a esfuerzo.

También encuentran los aspectos a verificar. Si el empleado público detectara alguna anomalía, debe de ponerlo inmediatamente en conocimiento de su superior jerárquico. Las revisiones periódicas se realizarán al objeto de garantizar el cumplimiento del Real Decreto 1215/1997, en concreto sus artículos 4.2, 4.3 y 4.4. Estas revisiones se realizarán al menos de una vez al año. Las comprobaciones mínimas que se deben de realizar en estas revisiones periódicas son las detalladas en la tabla del Anexo II. Esta revisión se realizará por una empresa especializada. Revisiones generales.

Numerosos elementos de la cadena cinemática de un aparato de elevación de serie no son visibles y por consiguiente no pueden verificarse regularmente con ocasión de los controles prescritos.

Por ello, apenas se pueden detectar una rotura o una avería incipiente. A lo largo del tiempo, cuando el potencial teórico de utilización, para el cual el mecanismo ha sido dimensionado se ha consumido, un peligro puede aparecer con una probabilidad creciente.

Así pues, el potencial de utilización teórico, en horas de vida para el que ha sido diseñada la máquina, permite determinar, comparándolo con las solicitudes reales del aparato en horas, los Periodos de Funcionamiento Seguro, PFS para cada mecanismo de elevación de la grúa. Estas revisiones generales serán realizadas por una empresa especializada.

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo está motivado por las averías o por la rotura de elementos de una máquina y la calidad de su ejecución puede afectar a la seguridad del funcionamiento del aparato reparado.

La reparación de averías -mantenimiento correctivo cuando comporte la sustitución o reparación de elementos o componentes del equipo de cuyo correcto funcionamiento dependa la seguridad, debería ser realizada por el propio fabricante o por una empresa conservadora autorizada, empleando siempre piezas o recambios originales o admitidas expresamente por el fabricante de la grúa.

16.3 Riesgos y factores de riesgo en el uso de grúas tipo puente.

Los factores de riesgo específicos de las grúas, lo constituyen el desplazamiento del equipo (sea en carga o en vacío) y su posible interacción con el personal o con otras máquinas u objetos que se encuentren dentro de la zona de desplazamiento de la grúa.

Los riesgos y factores de riesgo más importantes son los mecánicos, eléctricos, ergonómicos, por fallo de energía y por falta o inadecuación de medidas de seguridad.

Riesgos mecánicos

- Arrastre o atrapamientos por la carga o por la propia grúa.
- Impacto por la carga o por la propia grúa. Estos riesgos pueden estar originados por:
 - Acompañar la carga con las manos.
 - Depositar la carga sobre superficies irregulares.
 - Traslado de la carga a baja altura no estado expedito el recorrido.
 - Traslado de la carga sin efectuar las señales de aviso de peligro.
- Pérdida de estabilidad (de la carga, de la máquina o de sus elementos).
- Riesgo de: Caída del propio puente (salida del camino de rodadura, rotura del apoyo...); Caída del carro o polipasto; Rotura del elemento de tracción (cable, cadena...) por sobrecarga, etc.; Fallo del freno del polipasto; Rotura del elemento de sujeción de la carga (eslinga); Desprendimiento de la carga.
- Rotura de elementos de la máquina (por envejecimiento, fatiga, etc.)
- Desplome de las cargas, elementos de la máquina y el de la propia máquina; desplome de estructuras de sustentación.

Riesgos eléctricos

- Pueden ser debidos a contactos eléctricos directos o indirectos.
- Riesgo térmico producido por las resistencias de puesta en marcha que pueden producir quemaduras por contacto.
- Originados por: elementos en tensión por fallos de aislamiento

Riesgos producidos por defectos ergonómicos en el diseño

- Posturas forzadas o esfuerzos excesivos (especialmente en las grúas con cabina para el operador).
- Inadecuada iluminación localizada.

Riesgos producidos por fallo en la alimentación de energía, y otros trastornos funcionales

- Fallo en la alimentación de energía (de los circuitos de potencia y/o de mando).
- Fallo del sistema de mando (puesta en marcha o aceleración intempestivos).

Riesgos producidos por la ausencia y/o inadecuación de medidas de seguridad

- Inexistencia o diseño inadecuado de resguardos o dispositivos de protección.
- Diseño inadecuado de dispositivos de marcha y paro.
- Ausencia o inadecuación de señales y pictogramas seguridad.
- Ausencia o inadecuación de los dispositivos de paro de emergencia.
- Medios inadecuados de carga/descarga.
- Ausencia y/o inadecuación de accesorios en las operaciones de ajuste y/o mantenimiento.
- Ausencia o inadecuación de equipos de protección individual. A estos riesgos deben añadirse aquellos que son propios del entorno de trabajo de las grúas, como por ejemplo:
 - Caída de personas a nivel y desde altura
 - Inhalación de sustancias nocivas
 - Estrés térmico por calor o frío
 - Trauma sonoro
 - Etc.

16.4 Medidas de prevención. Equipamiento de las grúas

Para la minimización de los riesgos señalados en el apartado anterior, las grúas disponen de una serie de dispositivos de seguridad (dispositivo anti-choque, limitadores de afloramiento del cable, limitador de altura, limitador de carga, pestillos de seguridad, señalización acústica y óptica, parada de emergencia, bloqueo de seguridad, finales de carrera,...).

Por ello, es fundamental el garantizar un adecuado mantenimiento y revisión periódica de estos elementos, tal y como se ha señalado en los apartados anteriores, para minimizar el riesgo a las personas.

1. Colocación de tubos de Hormigón.

Comprende la serie de operaciones y trabajos para colocar en zanja y linealmente, conductos prefabricados de hormigón para las redes de saneamiento y drenaje.

Además de ser válido todo lo dicho anteriormente para la colocación de tubos en las diferentes canalizaciones, se presta especialmente atención a la colocación de tubos de hormigón, por sus especiales características en cuanto a tamaño y peso.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Atrapamientos por maquinaria y vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas al mismo y distinto nivel.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Golpes por la maquinaria, por los tubos y pozos en suspensión.
- Vuelcos de los medios de elevación por inestabilidad o enganches defectuosos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las zonas de trabajo.
- Los tubos y pozos se acopiarán en una superficie horizontal sobre durmientes delimitados por varios pies que impidan que por cualquier causa los conductos deslicen o rueden.
- Los camiones vendrán dotados con eslingas o cables homologados y con Los requisitos de obligatorio cumplimiento en las eslingas de cable y cadena de acero según la directiva de máquinas 98/37/ CE y el real decreto 1435/1992.
- Las eslingas deberán ir acompañadas de unas instrucciones que indiquen condiciones normales de uso, las instrucciones de uso, montaje y mantenimiento, límites de empleo.
- Se prohíbe la permanencia de cualquier trabajador dentro del radio de acción de la grúa en la maniobra de carga, izado y descarga

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se delimitará el radio de actuación de la maquinaria mediante cinta de balizamiento sujeta a tochos \varnothing 10 Mm. colocados cada 5 m.
- Señales de caídas de objetos, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas y caídas al mismo y a distinto nivel.
- El acceso del personal a las zanjas se efectuará mediante dos escaleras una en el inicio del tubo y la otra ira variando conforme avance la colocación del mismo.

Estas sobrepasarán 1,00 m respecto al borde de la zanja.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Botas o zapatos de seguridad para todo el personal con suela y puntera reforzada.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Pantalón de trabajo reflectante y camiseta de algodón y/o mono de trabajo.

Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.

- Mascarilla antipolvo

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Crema de protección solar
- Chalecos reflectantes
- Filtros para mascarillas
- Guantes de goma finos
- Guantes de cuero

En la manipulación y colocación del tubo de hormigón.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Heridas en extremidades.
- Desplome de tierras.
- Atrapamientos.
- Contusiones.
- Arrastres por agua.
- Polvo si se cortan los tubos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las zonas de trabajo.
- Las maniobras de colocación de los tubos o pozos serán dirigidas por un único operario que visualice todo el proceso desde la recogida de los mismos hasta la colocación definitiva en la zanja.
- Se utilizarán piezas y elementos de izado de los tubos o pozos pinzas adaptables, cadenas o eslingas homologados y que sean las idóneas para soportar la carga nominal esta tendrá que venir en la eslinga o cable.
- Los elementos auxiliares para el acopio y colocación serán revisados antes de su utilización, desechando aquellos que incumplan condiciones mínimas de seguridad.
- En zanjas de profundidad mayor de 1,25 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior tendrá que estar entibada y además se mantendrá uno de reten en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alerta en caso de producirse alguna emergencia.
- Prohibido permanecer debajo de cargas suspendidas, o permanecer dentro del radio de influencia

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Las maniobras de ajuste y aproximación de los tubos o pozos se realizarán mediante cables guías que dirigirá un único operario instruido y designado a tal efecto.
- Todos los operarios que intervengan en este proceso se mantendrán fuera del alcance del radio de la grúa.
- La zona de actuación se delimitará mediante cinta de balizamiento bicolor (negra amarilla) sujeta a tochos clavados en le terreno.
- Dentro de la zanja no habrá ningún operario hasta que el tubo este a una altura de su posición final de 1,00 m.
- Queda prohibido a cualquier trabajador debajo del tubo o cualquier carga sea de la índole que sea.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Botas o zapatos de seguridad para todo el personal con suela y puntera reforzada.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Pantalón de trabajo reflectante y camiseta de algodón y/o mono de trabajo.

Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.

- Mascarilla antipolvo
- Crema de protección solar
- Chalecos reflectantes
- Filtros para mascarillas
- Guantes de goma finos
- Guantes de cuero

j. Extendido y nivelación de subbase (zahorra, suelo seleccionado etc.)

Para el extendido y nivelación se realizará el aporte de materiales en camiones este verterá dichos materiales y posteriormente mediante una niveladora se procederá a la nivelación de dichos materiales esta operación requiere la presencia de un peón, que se encargará de controlar el nivel hasta el que tienen que alcanzar los materiales vertidos indicados mediante unas estacas. A continuación de la entendedora se riega la superficie extendida y se pasa un rodillo metálico.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Interferencias entre vehículos por falta de dirección o señalización en las maniobras.
- Atropello de personas.
- Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados, sobre barrizales.
- Vibraciones sobre las personas.
- Ruido ambiental

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, (apisonadoras, o compactadoras), será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la “Tara” y la “Carga máxima”.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación serán dotados de bocina automática de marcha hacia atrás.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública, mediante las señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada, quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.
- En trabajos o zonas con poca visibilidad se ayudará de un operario para guiar las maniobras
- El operario se mantendrá fuera del alcance de la máquina extendedora situándose el mismo por un lateral. El peón junto con el maquinista deberá comprobar cual es la posición o espacio en el cual siempre esta dentro del campo visual del operario de la máquina para no sufrir ningún atropello, si el peón tuviese que realizar alguna tarea distinta a la encomendada y en la que ya no estuviese dentro de ese campo, le hará saber al maquinista mediante una indicación gestual o comunicación de walkie-talky antes de realizarla. La obra permanecerá limpia en todo su recorrido.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallado de la zona donde se está trabajando: Vallas, cintas y balizas.
- Existirá zona de acopio
- Se señalizará la zona de entrada y salida de camiones
- Señales de riesgo específico.
- Topes para vehículos.
- Sistema de iluminación nocturna.
- Señales de tráfico en caso necesario.
- Todas las máquinas llevarán dispositivo acústico y visual baliza luminosa de “marcha atrás”.
- Intercomunicadores tipo walkie-talky (en su caso)

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad
- Botas o zapatos de seguridad para todo el personal con suela aislante frío-calor, antideslizante resistente aceites, suela de poliuretano doble densidad, especialmente ligero y cómodo.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Pantalón de trabajo reflectante y camiseta de algodón y/o mono de trabajo.

Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.

- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Crema de protección solar
- Chalecos reflectantes
- Filtros para mascarillas
- Guantes de goma finos
- Guantes de cuero

2. Colocación de bordillos

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caída de bordillo sobre pie
- Caída de personas al mismo nivel
- Pinchazos y golpes contra obstáculos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Trabajos sobre pisos húmedos o mojados, (resbalones).
- Contactos con el hormigón, (dermatitis por cemento).
- Atrapamientos.
- Dermatitis
- Ruido puntual y ambiental.
- Atropello por vehículos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se extremarán las medidas de orden y limpieza en el lugar de trabajo
- Se señalizarán correctamente las zonas de paso y circulación de vehículos y personas
- Cuando este en fase de pavimentación en lugar de paso y comunicación interno de obra, se cerrará el acceso, indicándose itinerarios alternativos mediante señales.
- El acopio de materiales se realizará en lugares establecidos al efecto
- Si los operarios realizan su trabajo próximo a tramos de tráfico rodado, éstos llevarán puesto ropa de trabajo que permita su correcta visibilidad, o en todo caso dispondrán de prendas fotoluminiscentes si fuera necesario
- Explicación a los operarios de la posturas y movimientos en al manipulación de cargas, mediante al entrega de material didáctico. Formación e información.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Si los trabajadores desarrollan su trabajo en la calzada, donde existe circulación, se colocará una valla metálica, para delimitar la zona de tráfico rodado de la zona de trabajo, para evitar los atropellos.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

Se acordonará la zona de trabajo mediante valla metálica tipo ayuntamiento o en su lugar se podrá utilizar cinta de balizamiento amarilla y negra sujeta a tochos o valla dispuestos cada 2,50 m. Si fuese necesario aumentar la vigilancia por encontrarse la zona de trabajo afectada por tráfico rodado se colocará la señalización necesaria.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales.
- Monos o buzos de trabajo. Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.
- Trajes de agua. Especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse en ambientes lluviosos.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en suelos enfangados.
- Mascarilla antipolvo.
- Filtros para mascarillas.
- Cinturón lumbar.
- Guantes de PVC.
- Crema protectora para el sol.

3. Extendido de zahorra

El extendido del aglomerado se realizará de la siguiente manera:

Primero el aglomerado vendrá en camiones (tipo bañera) con una temperatura entorno a 170° C se verterá en el depósito que tiene la extendidora, una vez efectuada esta maniobra se procederá a extender la mezcla. Posteriormente se efectuará una compactación mediante rodillos neumáticos y rodillos metálicos quedando la base preparada para finalmente pintar.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atrapamientos por maquinaria y vehículos
- Salpicaduras de hormigón y otros productos
- Caídas a distinto y al mismo nivel
- Polvo
- Quemaduras físicas y químicas.
- Estrés térmico por exceso de calor
- Incendios
- Contactos térmicos
- Sobreesfuerzos
- Contaminantes químicos (gases y partículas)
- Por utilización de productos bituminosos
- Atropello, vuelco o golpes de vehículos
- Cuerpos extraños en ojos
- Vibraciones
- Vuelco de máquinas
- Ruidos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Despejar los viales, realizando acopios fuera de la zona de trabajo
- Señalización vial y en la zona de trabajo
- Se limitará la velocidad de los vehículos en los tramos donde continúe circulando el tráfico.
- Se dispondrá de conos de señalización en la zona de trabajo abierta al tráfico y los operarios utilizarán colores llamativos en las prendas
- La velocidad de los vehículos de trabajo será lenta, evitando accidentes por atropello
- La limpieza de la máquina se realizará estando esta completamente parada, durante las operaciones de extensión de los brazos de extendido, o apertura de la tolva de recepción de aglomerado, el maquinista se asegurará que no haya nadie en las inmediaciones, al igual que en las maniobras de la misma.
- Se evitara el contacto térmico con el producto, mediante guantes

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se utilizará calzado de protección especial suela resistente al calor y a los productos bituminosos.
- Se usará mascarilla de protección respiratoria.
- El vehículo que realice las labores de imprimación debe llevar avisador acústico y luminoso
- Las máquinas dispondrán de extintores y estarán sometidas a mantenimiento y revisión
- Los operarios utilizarán prendas con elementos fotoluminiscentes al trabajar en zona donde se produzca movimiento de máquinas
- La extendidora y la apisonadora deben mantener una distancia mínima de seguridad no inferior a los 8,00 m. para evitar el posible atropello de los trabajadores.
- Los rastrillos que se utilicen tendrán el mango largo para la distribución del asfalto y el mango corto en los usados para la definición de los bordes de la calzada.
- Aplicar medidas de higiene, lavado de cara y manos con jabón de forma cuidadosa antes de comer o fumar.
- Se tenderá a la normalización y repetitividad de los trabajos para racionalizarlos y hacerlos más seguros, evitando adaptaciones artesanales perfectamente prescindibles.
- Como norma general se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve, se puedan dar temperaturas de 0º C o soplen vientos de más de 50 km/h.
- Las maniobras de los vehículos y maquinaria deberán estar coordinadas por un operario competente.
- Se asignará al equipo de trabajadores una distancia mínima de separación entre operarios, para que no se produzcan alcances o interferencias entre ellos.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallado de la zona donde se está trabajando
- Las máquinas deben poseer señal luminosa y acústica
- Se señalizará la zona de entrada y salida de camiones
- Cuando el camión que contiene el aglomerado de marcha atrás existirá un tope o en su defecto el operario de la extendidora será el encargado de indicarle mediante indicación gestual o sonora la proximidad a la misma

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Casco de seguridad y/o gorra tipo visera de algodón con orificios de ventilación para todos los operarios.
- Casco de seguridad para visitantes
- Botas o zapatos de seguridad para todo el personal con suela aislante frío-calor, antideslizante resistente aceites, poliuretano doble densidad, especialmente ligero y cómodo.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Pantalón de trabajo reflectante y camiseta de algodón y/o mono de trabajo.

Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.

- Chalecos reflectantes
- Crema de protección solar
- Cinturón lumbar
- Guantes de PVC
- Rodilleras resistentes a la abrasión

4. Tendido de conducciones eléctricas subterráneas

Estos trabajos consisten en el tendido manual y/o con maquinaria de los cables eléctricos.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Pisadas sobre objetos
- Choques y golpes
- Proyección de partículas
- Atrapamientos
- Contactos eléctricos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Serán de aplicación las medidas de seguridad aplicables a los trabajos en zanjas.
- Los trabajos de montaje e instalación serán realizados por firmas especializadas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Se comprobara que los conductos o canalizaciones, estén perfectamente colocados, sin presentar roturas, excesivas curvas, deformaciones o elementos alojados en su interior que dificulten o impidan la entrada del conductor.
- A lo largo de las instalaciones subterráneas se colocaran distintivos de aviso de existencia de líneas eléctricas, mediante cinta de PVC normalizada de colores vivos, indicando “ peligro líneas eléctricas”. Dichas cintas o distintivos, estarán alojadas en zanja a una distancia por encima de los conductores de unos 20 cm.
- Profundidades mínimas de líneas a superficie del terreno:

TIPO DE LINEA PROFUNDIDAD MINIMA

Líneas de BT (terreno no transitable) 0.60 m

Líneas de BT (cruces, calles, carreteras) 0.80 m

Líneas de MT (terreno no transitable) 1.20 m

Líneas de MT (cruces, calles, carreteras) 1.50 m

- En el cruzamiento de líneas de MT con BT la de menor tensión estará situada por encima de la de mayor tensión.
- En la ejecución de empalmes en botellas con pastas aislantes, es necesario utilizar un cobertizo de lona que evite caída de lluvia y humedades en las mismas.
- Se vigilara periódicamente el estado de :
 - Gatos hidráulicos elevadores de bobinas
 - Cables
 - Eslingas y ondillas
 - Tráeteles, etec.
- Se protegerán y señalizarán tanto los pistolos como los elementos de sujeción y amarre.
- Para el hincado de pistolos es obligatorio el uso de tenazas de sujeción
- Los pistolos carecerán de rebabas, siendo obligatorio para su hincado el uso de GAFAS O PANTALLA de protección contra proyecciones.
- Las bobinas se ubicarán debidamente calzadas para que no rueden.
- El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Una sola persona será la responsable de dirigir las maniobras.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Con el cable en movimiento no se introducirán las manos en elementos que las puedan atrapar (rodillos, tubos, etc.). En las curvas del tendido el personal deberá estar situado a la distancia suficiente para que, en cualquier maniobra imprevista, no puedan ser atrapados por el cable y/o rodillos. Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin. En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACION DE CARGAS" Los gatos para bobinas estarán dotados de mecanismo que evite el brusco descenso de la carga y serán los adecuados para el peso y volumen a soportar. Instalados en terreno firme. La base será la adecuada para la bobina a manipular. Estará marcada de forma destacada su MAXIMA CARGA UTIL. Antes de iniciar la operación, se revisará el estado de los gatos y cunas, así como su capacidad para resistir los pesos a los que van a ser sometidos.

Al término de la jornada, en las zonas transitadas se señalizarán y protegerán los posibles obstáculos que puedan ser causa de daños a terceros.

- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

- El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.

- Los radioteléfonos estarán en buen estado para puesta en marcha y parada del tendido o aviso de cualquier peligro y obstáculo que se presente en el tendido.

- En las curvas del tendido el personal deberá estar situado a la distancia suficiente para que, en cualquier maniobra imprevista, no puedan ser atrapados por el cable y/o rodillos.

- Los responsables del manejo de la bobina y la máquina de tiro siempre estarán en comunicación entre sí y con el encargado de la maniobra.

- Se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON MAQUINARIA "

- Una sola persona será la responsable de dirigir las maniobras.

- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

- Los gatos para bobinas estarán dotados de mecanismo que evite el brusco descenso de la carga y serán los adecuados para el peso y volumen a soportar. Instalados en terreno firme. La base será la adecuada para la bobina a manipular.

Estará marcada de forma destacada su MAXIMA CARGA UTIL.

- Al término de la jornada, en las zonas transitadas se señalizarán y protegerán los posibles obstáculos que puedan ser causa de daños a terceros.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.
- Se protegerán y señalizarán tanto los pistos como los elementos de sujeción y amarre.
- Para el hincado de pistos es obligatorio el uso de tenazas de sujeción
- Los pistos carecerán de rebabas, siendo obligatorio para su hincado el uso de GAFAS O PANTALLA de protección contra proyecciones.
- Se informará al operario u operarios de la existencia o proximidad de instalaciones de servicio (gas, aguas, conductores eléctricos, etc.) extremando las precauciones y vigilancia.
- Se informará al operario u operarios de la existencia o proximidad de instalaciones de servicio (gas, aguas, conductores eléctricos, etc.) extremando las precauciones y vigilancia.
- Una vez comprobada la ausencia de tensión se procederá a cortar el conductor mediante tijera hidráulica cortacables, con puesta a tierra y manejada a distancia y fuera del alcance de posibles proyecciones.
- El operario que actúa con la tijera hidráulica usará alfombrilla aislante, guantes aislantes y pantalla facial.
- Es obligatoria la aplicación de las "5 REGLAS DE ORO " en todos los trabajos realizados en frío:
 - 1ª Abrir con corte efectivo y visible todas las fuentes de tensión que incidan en la zona de trabajo
 - 2ª Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y señalización normalizada en el dispositivo de mando
 - 3ª Reconocimiento de la ausencia de tensión.
 - 4ª Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión
 - 5ª Señalización y delimitación de la zona de trabajo.
- Cuando se preparan puntas de cables para su embornado, no colocar las manos delante del trayecto de la cuchilla o pelacables.
- El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Nunca se invadirá la ZONA DE PELIGRO indicada en la tabla siguiente, realizando las medidas entre los puntos más próximos en tensión y cualquier parte extrema del operario, herramienta o elemento no aislante que esté manipulando, en movimientos voluntarios o accidentales.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

· En los lugares donde no se pueda respetar la DISTANCIA DE PROXIMIDAD se protegerán todos los puntos o elementos en tensión por PERSONAL CUALIFICADO, haciendo uso del procedimiento específico de T.E.T, mediante pantallas físicas aislantes, capuchones, fundas, etc.,. Para la colocación de protecciones se hará uso del procedimiento específico de T.E.T. para la actividad a realizar por PERSONAL CUALIFICADO.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Pértiga telescópica indicadora de tensión MT
- Sistema de puesta a tierra y cortocircuito
- Cinta roja de delimitación de zonas de trabajo
- Barreras y vallas
- Discos y carteles de señalización de peligro

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Guantes dieléctricos
- Pértiga de maniobras
- Calzado de seguridad

5. Instalaciones eléctricas

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Desprendimientos, desplome y derrumbe
- Atrapamientos
- Golpes de cargas
- Caída de objetos
- Caída al mismo nivel
- Pisada sobre objetos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- El mando planificará e informará a los operarios de los trabajos y maniobras a realizar y las dirigirá con ORDENES CLARAS Y PRECISAS, controlando en todo momento los trabajos y situaciones.
- Se seguirán las instrucciones del fabricante.
- Los equipos, útiles y herramientas serán los adecuados para el trabajo a realizar, manteniéndolos en perfecto estado y utilizándolos únicamente para lo que están diseñados.
- Se comprobará el estado de los tirantes de sujeción de los paneles.
- Se pondrá especial cuidado en que la fijación de los tirantes sea correcta.
- Se comprobará el estado de los tirantes de sujeción de los paneles.
- En el manejo manual de cargas se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "MANIPULACION DE CARGAS"
- Para manipulación de cargas con medios mecánicos, se adoptarán las medidas preventivas indicadas en apartado "TRABAJOS CON CAMION GRUA"
- Se evitará siempre situarse en la vertical de operarios trabajando en altura.
- Ningún operario se situará en la vertical de la carga ni en el radio de acción de la misma.
- Los materiales y restos se almacenarán con orden y bien apilados en los lugares (zonas) destinados a tal fin , de forma que no interfieran en la zona de trabajo sus accesos.
- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.
- Cuando sea necesario, para controlar la carga, ésta se sujetará con cuerdas u otros elementos y los operarios la controlarán fuera del trayecto de caída.
- Las puertas de acceso se anclarán o sujetarán de forma que no se cierren de manera imprevista.
- No situarse entre la carga y estructuras verticales.
- Los equipos, útiles, herramientas y materiales, se almacenarán en el exterior, si los espacios interiores así lo aconsejan.
- Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin
- Se adoptarán las medidas preventivas indicadas en el apartado "TRABAJOS CON MAQUINAS - HERRAMIENTAS"

Normas de Seguridad referidas a Instalaciones Eléctricas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Terminados los trabajos de montaje e instalaciones han de revisarse a fondo el funcionamiento de todos los dispositivos de protección, regulación y calibrado apropiado en los mismos, comprobando además, continuidad y aislamientos del conjunto.
- Antes de comenzar los trabajos en reparaciones, averías, etc., que hayan de realizarse sin tensión, se procederá a efectuar las siguientes operaciones:

Trabajos que se efectúen sin tensión en media y alta tensión

1. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores dejando aislada la zona de trabajo.
2. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte, colocando en sus mandos letreros a su vez de “ Prohibido maniobrar, trabajos”
3. Comprobar que no hay tensión en la zona de trabajo
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
5. Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

Trabajos que se efectúen sin tensión en baja tensión

1. Aislar la zona de trabajo, abriendo los aparatos de seccionamiento mas próximos a la misma.
2. Enclavar o bloquear, si es posible, los aparatos de corte, colocando en sus mandos letreros a su vez de “ Prohibido maniobrar, trabajos”
3. Comprobar la ausencia de tensión mediante un verificador, en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.)

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- .Pértiga telescópica indicadora de tensión MT/AT
- Indicadores de tensión en aisladores
- Puesta a tierra para embarrados
- Cinta roja para delimitar las zonas de trabajo
- Comprobadores de tensión BT

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad
- Guantes aislantes MT/AT y BT

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Pértiga de maniobras
- Tarima aislante de maniobras AT/MT
- Alfombra aislante BT
- Calzado dieléctrico
- Herramientas aislantes

6. Acabados de jardinería.

Comprenden estos trabajos las operaciones de preparación de terreno y colocación de planteles para ajardinamiento.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropellos.
- Caídas de objetos.
- Cortes, amputaciones.
- Pinchazos.
- Alérgias.
- Intoxicaciones.
- Infecciones.
- Golpes de objetos impulsados.
- Causticaciones.
- Incendios.
- Proyección de partículas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Acotar y vallar la zona de trabajos y colocar la señalización pertinente.
- Son de aplicación a éste tajo todas las normas específicas sobre señalización, así como las referentes a circulación de vehículos y la Orden 21.608 de 31.08.87 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado, si quedasen dentro de su ámbito.
- Los peligros específicos se señalarán convenientemente.
- Las zonas en que puedan producirse caída de materiales ó elementos sobre personas, máquinas ó vehículos, deberán ser señalizadas ó protegidas convenientemente.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- En los trabajos de mantenimiento de taludes mediante sistemas de "hidrofijación", es de temer precisamente el desprendimiento del talud. Para evitarlo se colocarán mallas metálicas cosidas al terreno con cuñas de madera.
 - Tanto las máquinas cortadoras como toda la instalación eléctrica en general, estarán protegidas con disyuntores diferenciales de alta sensibilidad.
 - El personal estará atento al tráfico existente en la zona de trabajo.
 - En la ejecución de zonas de "rocalla" el personal utilizará botas con puntera metálica.
 - Se tendrá gran cuidado durante la operación del transplante de árboles de gran tamaño. Es preciso colocar vientos hasta que el árbol haya prendido.
 - Para deshacer los atascos que puedan producirse en las "cortadoras de césped", es preciso parar la máquina antes de manipular en ella.
 - Con las máquinas cortadoras de seto hay que tener atención constante en el trabajo.
 - Muchas plantas tienen partes punzantes que pueden causar lesiones de importancia para evitarlo es preciso utilizar guantes.
 - El polen de determinadas especies produce alergia, por lo que deberá tenerse en cuenta a la hora de manipularlas.
 - Normalmente los insecticidas son tóxicos. Por ello jamás se tocarán con las manos directamente. Será necesario el uso de guantes, y en muchos casos gafas, mascarillas buconasales e incluso capuchones.
 - Cualquier rasguño debe ser tratado inmediatamente debido a que el contacto con la tierra vegetal y los abonos puede producir infecciones, e incluso se pueden contraer enfermedades como la triquinosis y la solitaria.
 - En el manejo del cañón de hidro-fijante, se pueden producir lesiones por golpe de ariete. Para ello el operador estará siempre atento, y se le advertirá cuando se vaya a dar presión.
 - El contacto prolongado con la mezcla hidro-fijante puede llegar a causar quemaduras a la piel, ya que contiene sustancias ávidas de agua. Por ello se recomienda el empleo de guantes para su manipulación.
 - El proceso "mulching" consiste en hacer arder una mezcla de paja y alquitrán.
- Por ello hay que tomar las precauciones necesarias para evitar que pueda extenderse el fuego.
- En el manejo de las herramientas de mano pueden producirse proyecciones de partículas, por lo que se recomienda el empleo de gafas.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señales de riesgos específicos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Cintas y balizas.
- Vallas.
- Señales de tráfico en caso necesario.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Buzo de trabajo.
- Casco.
- Botas.
- Guantes.
- Gafas.

7. Señalización vertical y horizontal

Las marcas viales y las señales verticales de circulación se han proyectado de acuerdo con las instrucciones y normas vigentes para cada caso.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caída en altura en el montaje de señalización vertical.
- Atropello por vehículos durante la señalización.
- Golpes y atrapamientos para el personal que reciba las barreras de hormigón en el suelo.
- Golpes, atrapamientos, erosiones, cortes etc., durante la descarga y colocación de las vallas y señales
- Atrapamientos y golpes al colocar la barrera bionda manualmente
- Cortes o heridas punzantes producidas por herramientas en extremidades superiores.
- Sobreesfuerzos al manejar las vallas
- Dermatitis e irritaciones oculares por los componentes de las pinturas.
- Proyección de partículas en los trabajos de oxicorte
- Quemaduras en los trabajos de oxicorte

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se deberán adoptar todas las disposiciones de señalización y balizamientos que establece la Norma 8.3.1.C. para desvíos de tráfico.
- En las zonas de colocación biondas y barreras de hormigón con interferencias de tráfico en algún carril de los existentes se señalará esta invasión o corte de carril con arreglo a la normativa de señalización de carreteras 8.3-IC, cuyos posibles casos se recogen en el presente plan de seguridad y salud en su apartado de planos y detalles.
- Se procurará realizar los trabajos (si es posible), en horas de escaso tráfico para minimizar los riesgos de accidentes.
- Se organizarán y señalarán los tajos
- Se extremarán las precauciones en la colocación manual de las biondas. Siempre trabajarán dos operarios juntos en este tipo de trabajos, no manipulará una misma bionda un solo operario.
- Las barreras de hormigón las recibirán en el suelo siempre dos operarios. Se suspenderán los trabajos de izado y bajada de estas barreras si se detecta fuerte viento en la zona.
- Con los trabajos de oxicorte como medidas preventivas fundamentales se comprobará que todos los sopletes están dotados de válvulas antirretroceso de llamas, que las botellas se utilizan siempre estando en posición vertical y que se evita engrasar los grifos con aceites y grasas.
- Se usarán las mascarillas adecuadas al producto utilizado para pintar.
- Utilización de la paleta de señalización, Buzo amarillo, casco de color rojo y chaleco fluorescente.
- Durante la descarga y vallado se usará el equipo de protección individual adecuado: casco, guantes y botas con puntera reforzada
- Los sobreesfuerzos se evitarán manejando las cargas correctamente y coordinando los movimientos cuando se manejen pesos entre varios operarios.

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

- Se utilizarán plataformas y andamios seguros si se necesitan para colocar la señalización vertical
- En los trabajos con oxicorte: se protegerán las botellas y se mantendrán siempre en posición vertical.
- En los trabajos con oxicorte : se debe procurar que hay siempre un extintor cerca de la zona de trabajo

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad y/o gorra tipo visera de algodón con orificios de ventilación para todos los operarios. El casco de seguridad es necesario para los operarios que reciban las barreras rígidas de hormigón
- Botas o zapatos de seguridad para todo el personal con suela aislante frío-calor, antideslizante resistente aceites, suela de poliuretano doble densidad, especialmente ligero y cómodo.
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Protección individual para los trabajos con oxicorte: Casco, pantalla, guantes, manguitos, peto y polainas.
- Chalecos reflectantes
- Mascarillas y sus correspondientes filtros para el uso de pintura de señalización si el uso de ésta lo aconseja (ver indicaciones de seguridad de la propia pintura utilizada)

16.5 Identificación de riesgos, medidas preventivas y protecciones individuales en medios auxiliares

1. Eslingas y estrobos

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes por roturas de eslingas y estrobos.
- Sobreesfuerzos por transporte y nueva ubicación.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Es preciso evitar dejar los cables a la intemperie en el invierno (el frío hace frágil al acero).
- Antes de utilizar un cable que ha estado expuesto al frío, debe calentarse.
- No someter nunca, de inmediato, un cable nuevo a su carga máxima. Utilícese varias veces bajo una carga reducida, con el fin de obtener un asentamiento y tensión uniforme de todos los hilos que lo componen.
- Evítese la formación de cocas.
- No utilizar cables demasiado débiles para las cargas que se vayan a transportar.
- Elíjanse cables suficientemente largos para que el ángulo formado por los ramales no sobrepase los 90º.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Es preciso esforzarse en reducir este ángulo al mínimo.
- Para cargas prolongadas, utilícese un balancín.
- Las eslingas y estrobos no deben dejarse abandonados ni tirados por el suelo, para evitar que la arena y la grava penetren entre sus cordones.
- Deberán conservarse en lugar seco, bien ventilado, al abrigo y resguardo de emanaciones ácidas.
- Se cepillarán y engrasarán periódicamente.
- Se colgarán de soportes adecuados.

C.- COMPROBACIONES

- Las eslingas y estrobos serán examinados con detenimiento y periódicamente, con el fin de comprobar si existen deformaciones, alargamiento anormal, rotura de hilos, desgaste, corrosión, etc., que hagan necesaria la sustitución, retirando de servicio los que presenten anomalías que puedan resultar peligrosas.
- Es muy conveniente destruir las eslingas y estrobos que resulten dudosos.
- A continuación transcribimos lo que la Norma DIN 15060 dice a este respecto:
- “Los cables se retirarán de servicio cuando se compruebe que en la zona más deteriorada haya aparecido más de un cordón roto.
- Al rebasar estas cifras de roturas de cordones, la utilización del cable comienza a ser peligrosa.
- Cuando se rompa un cordón, el cable se retirará inmediatamente. También será sustituido inmediatamente cuando éste presente aplastamientos, dobladuras, etc. U otros desperfectos serios, así como un desgaste considerable.”

2. Eslingas de cadena

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

3. Eslinga de cable

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

4. Escaleras de mano (madera o metal)

Este medio auxiliar suele estar presente en todas las obras sea cual sea su entidad.

Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura. Estas prácticas son contrarias a la Seguridad. Debe impedirlos en la obra.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Golpe a otros operarios durante su transporte.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

a) De aplicación al uso de escaleras de madera.

- Las escaleras de madera a utilizar, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados y no clavados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.

b) De aplicación al uso de escaleras metálicas.

- Los peldaños estarán bien embrochados o soldados a los montantes.
- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras metálicas a utilizar, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

c) De aplicación al uso de escaleras de tijera.

- Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados a y b para las calidades de "madera o metal".

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Las escaleras de tijera a utilizar, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- Las escalera de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
- De aplicación al uso de escaleras de mano telescópicas
- Estarán equipadas con dispositivos de enclavamiento y correderas que permitan fijar la longitud de la escalera en cualquier posición, de forma que coincidan siempre los peldaños sin formar dobles escalones.
- La anchura de su base no podrá ser nunca inferior a 75 cm siendo aconsejable el empleo de estabilizadores laterales que amplíen esta distancia.

d) Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen:

- Se prohíbe la utilización de escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m.
- No se emplearán escaleras excesivamente cortas o largas, ni empalmadas.
- Las escaleras de mano a utilizar, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
- El espacio entre peldaños será igual y estará comprendido entre 25 y 35 cm, su anchura mínima será de 50 cm.
- Las escaleras de mano a utilizar, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso. Si no puede amarrarse, se precisará un operario auxiliar en su base.
- Las escaleras de mano a utilizar, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.
- Para acceder a alturas superiores a 4 m se utilizará criolina a partir de 2 m o subsidiariamente se colocará una sirga paralela a uno de los montantes, que sirva de enganche a un elemento anticaídas para amarrar el cinturón durante el ascenso o descenso.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Las escaleras de mano a utilizar, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
- Una escalera nunca se transportará horizontalmente sobre el hombro, sino de forma que la parte delantera vaya a más de 2 m por encima del suelo. Esta norma no es de aplicación cuando el peso de la escalera requiera dos personas para su transporte.
- Se prohíbe transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- El acceso de operarios, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

5. Puntales

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.
- Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.
- Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- Atrapamientos de dedos, (extensión y retracción).
- Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.
- Vuelco la carga durante operaciones de carga y descarga.
- Rotura del puntal por fatiga del material.
- Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).
- Deslizamiento del puntal por falta de acañamiento o de clavazón.
- Desplome de encofrados por causas de la disposición de puntales.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un unción puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincas de “pies derechos” de limitación lateral.
- Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.
- Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
- Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
- Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñaen. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
- Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
- El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas en los puntales.

Normas preventivas para el uso de puntales de madera:

- Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
- Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- Se acuñaen, con doble cuña de madera superpuesta en la base, clavándose entre sí.
- Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
- Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables), los puntales de madera.
- Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

Normas preventivas para el uso de puntales metálicos:

- Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
- Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de oxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de Seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón de seguridad.
- Botas de seguridad.
- Las propias del trabajo específico en el que empleen puntales.

6. Entibación

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas a distinto nivel
- Desprendimientos

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

La entibación de los laterales de la excavación de profundidad igual o superior a 1,30 m (en profundidades menores se dispondrá simplemente de un cabecero) conforme a cálculo del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra o de la Dirección Facultativa y normas al uso de la zona, podrá ser:

- La tradicional de madera.
- Paneles de entibación de acero (escudos con o sin guías de deslizamiento).
- Máquina de entibación por presión hidráulica.
- En cualquier caso, los codales de madera pueden ser sustituidos ventajosamente por metálicos (roscados o hidráulicos) provistos de extensores que se adapten a diversas anchuras de zanja y permitan una seguridad mayor.
- Para el entibado "blando" con tejido de poliamida de alta tenacidad (Dupont) para zanjas de canalización, los largueros serán los de aluminio, emplazados con la cadencia prevista por el

fabricante en función del tipo de terreno y profundidad de la zanja; los codales serán hidráulicos en este caso particular.

- La entibación debe realizarse según se va progresando en la excavación, de forma que cualquier operario que participe en los trabajos esté siempre protegido.
- Es muy conveniente que el entibado sobresalga unos 20 cm por encima del nivel del terreno. De esta forma se evitarán posibles caídas de objetos o materiales al fondo de la excavación.
- Se prohibirá servirse del entibado para el ascenso o descenso de personas. Para ello se colocarán escaleras metálicas cada 30 metros o fracción, y rebasarán 1 metro el nivel del corte.
- Cuando se utilicen tablonces de madera, éstos se irán hincando a medida que se profundice en la excavación.
- Cuando las profundidades sean grandes, la entibación puede hacerse de forma escalonada.
- Todos los materiales que se empleen estarán en perfecto estado, especialmente los puntales. Deberán cuidarse especialmente los dos puntos de apoyo a los puntales; el superior, junto a la construcción a proteger se sujetará con tirafondos, o bien se preparan puntos de apoyo. El apoyo inferior de los puntales se hará sobre tablonces durmientes, que repartan la carga al terreno. Se tendrá especial cuidado en que el eje del puntal sea perpendicular al tablón de reparto.

7. Trabajos de soldadura

A. RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Contactos eléctricos.
- Contactos térmicos.
- Radiaciones.
- Caídas desde altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos desde objetos.
- Aplastamientos de mano y/o pies por objetos pesados.
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).
- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

El suministro y transporte interno de obra de las botellas o bombonas de gases licuados, se efectuarán según las siguientes condiciones:

- 1º.- Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.
- 2º.- No se mezclarán botellas de gases distintos.
- 3º.- Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas para evitar vuelcos durante el transporte.
- 4º.- Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto par bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad.
- Se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de botellas o bombonas de gases licuados en posición horizontal o en ángulo menor de 45º.
- Se prohíbe el abandono antes o después de su utilización de las botellas o bombonas de gases licuados.
- Las botellas de gases licuados se acopiarán separados (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distribución expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
- Los mecheros para soldadura mediante gases licuados, en esta obra estarán dotados de válvulas antirretroceso de llama, en prevención del riesgo de explosión. Dichas válvulas se instalarán en ambas conducciones y tanto a la salida de las botellas, como a la entrada del soplete.
- Se mantendrán en perfecto estado las mangueras de suministro rechazando las que presenten defecto.

Normas de actuación durante los trabajos de soldadura:

Se comprobará que el equipo de soldadura está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.

Se comprobará que están bien asiladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión, desechando aquellos que presenten alguna anomalía.

Los cables de alimentación al grupo estarán unidos al mismo mediante terminales, estando además protegida esta conexión por carcasa de protección que impida contactos accidentales, especialmente cuando éste está en vacío.

Queda prohibida la utilización de mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

Tanto los cables de alimentación como los del circuito de soldeo serán de sección adecuada a las intensidades de trabajo.

Se elegirá el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar:

Queda prohibido picar el cordón a ejecutar.

Queda prohibido picar el cordón de soldadura sin protección ocular.

Las labores de soldadura se efectuarán en lugares bien ventilados, en caso contrario será obligatorio, en función de la duración de los trabajos, disponer un sistema de aspiración forzada de aire.

Las operaciones de soldadura a la intemperie bajo régimen de lluvias se interrumpirán.

No realizar trabajos de soldadura o corte en recipientes que contengan o hayan contenido materias inflamables, sin haber antes sometido dichos recipientes a un perfecto lavado de los residuos.

Queda prohibido realizar trabajos de soldadura próximos a sustancias inflamables o explosivas.

Normas para el manejo, transporte y almacenaje de botellas de gases licuados:

Las botellas estarán dotadas de caperuzas protectoras de la válvula de corte.

No engrasar las válvulas de las botellas de oxígeno ni limpiarlas con trapos manchados de grasa o aceite.

Si la botella de acetileno se calienta sola, se debe cerrar el grifo y enfriarla con chorro de agua, si es necesario durante el tiempo necesario hasta que cese el calor.

Evitar que se golpeen las botellas durante su manipulación.

Las botellas no se dejarán caer, ni se permitirá que choquen violentamente entre si, o contra otras superficies.

Se evitará el arrastre, deslizamiento o rodadura de las botellas en posición horizontal.

Para su levantamiento no se emplearán eslingas, cuerdas o cadenas, si la botella no está equipada para permitir su levantamiento con tales medios.

Para su transporte en vehículos, las botellas, incluso si están vacías, deberán tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.

El traslado y ubicación para uso de las botellas se efectuará preferiblemente mediante carros portabotellas de seguridad.

Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distancia expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas de las llenas.

No se permitirán fuegos en el entorno de las botellas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Se prohíbe acopiar o mantener botellas de gases licuados al sol.

Normas para la soldadura y corte con gases.

Queda prohibida la utilización de las botellas tumbadas o inclinadas.

Previamente al tendido de las mangueras se estudiará la trayectoria más adecuada y segura.

No se utilizarán mangueras de igual color para gases diferentes (negro acetileno).

Las mangueras de ambos gases estarán unidas en toda su longitud.

Antes de encender el mechero, se comprobará que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras y que están instaladas las válvulas antiretroceso.

La apertura del paso del gas se realizará siempre mediante la llave propia de la botella.

Queda prohibida la utilización de acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre, se produciría una reacción química y se formará un compuesto explosivo.

Queda prohibido fumar cuando se corte o suelde, así como cuando se manipule mecheros y botellas.

No realizar trabajos de soldadura o corte en recipientes que contengan o hayan contenido materias inflamables, sin haber antes sometido dichos recipientes a un perfecto lavado de los residuos.

Queda prohibido realizar trabajos de soldadura o corte próximos a sustancias inflamables o explosivas.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).
- Yelmo de soldador (casco mas careta de protección).
- Pantalla de protección de sustentación manual.
- Guantes de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Ropa de trabajo.

- Cinturón de seguridad, clases A o C.

8. Soldadura eléctrica.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas desde altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos por objetos pesados.
- Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Quemaduras.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Proyección de partículas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, y vientos fuertes.
- Los porta electrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante a la electricidad.
- Se prohíbe expresamente la utilización en esta obra de porta electrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.
- El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas.
- Además se tendrán en cuenta las normas específicas en los trabajos a ejecutar (montaje de estructuras metálicas,...)

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de polietileno para desplazamientos por la obra.
- Yelmo de soldador (casco + careta de protección).

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

9. Andamios de borriquetas

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Caídas por falta de anchura de la plataforma de trabajo.
- Caídas por falta de estabilidad del andamio.
- Caídas por exceso de acopio de materiales en la plataforma de trabajo.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- TODAS AQUELLAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDICADAS PARA ANDAMIOS EN GENERAL.
- No se depositarán pesos violentamente sobre los andamios.
- No se acumulará demasiada carga, ni demasiadas personas en un mismo punto.
- Los andamios estarán libres de obstáculos.
- No se realizarán movimientos violentos sobre ellos.
- En las longitudes de más de 3 mts. se emplearán tres caballetes.
- Tendrán barandilla y rodapié cuando los trabajos se realicen a una altura superior a dos metros.
- Nunca se apoyará la plataforma de trabajo en otros elementos que no sean los propios caballetes o borriquetas.
- La altura máxima a la que se podrán colocar las plataformas para trabajar sobre borriquetas será de 90cm.

10. Andamio tipo europeo “CE”

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Caída en altura de personas.
- Cortes en las manos.
- Caída de objetos a distinto nivel (martillo, terrazo, madera, árido...).
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Electrocuciiones por contacto directo.
- Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza en las plantas.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Cada vez que se levante la trampilla de la escalera se procederá a cerrarla. Se evitará colocar lonas que cubran toda la superficie de la fachada del andamio, se consultará con el fabricante el colocar malla tipo mosquitera par evitar el efecto “vela” en las zonas climáticas en las que haya fuertes vientos.
- Se utilizará malla naranja sujeta a los pasamanos y al rodapié en prevención de caída de materiales. Los trabajadores deberán de comunicar al jefe de obra si padecen o tienen vértigo mediante certificado médico.
- Queda prohibido quitar cualquier elemento de seguridad barandilla entrepaño o rodapié.
- Queda prohibido quitar las crucetas ya que desestabilizarían el andamio

C.- PROTECCIONES COLECTIVAS

Está terminantemente prohibido el montaje y uso de andamios tubulares sin certificado europeo (“los amarillos”) de más de un cuerpo de altura, sean cuales sean los trabajos a realizar..

- Se utilizará andamio tipo europeo con marcado “CE” (Certificado por el fabricante) la base del andamio estará nivelada y limpia de escombros, se colocarán durmientes de madera de escuadría $\geq 15 \times 5$ cm en el caso que se requiera (terrenos poco cohesivos) las bases del andamio vendrán dispuestos con husillos de nivelación.
- Los arriostramientos se harán a puntos resistentes pilares cantos de forjados u otro elemento resistente de la fachada, recogidos en los documentos técnicos del andamio. En ningún caso se realizará dicho arriostramiento a petos, barandillas, rejas o elemento provisional etc.
- El suministrador o fabricante del andamio tendrá que aportar certificado de montaje elaborado por un técnico competente, dicho técnico será responsable de la correcta ejecución de los trabajos de montaje y desmontaje, así como de dar instrucciones a los usuarios sobre las condiciones para ejecutar los trabajos de manera correcta. Los tubos del andamio estarán en buen estado serán rechazados cualquier elemento del andamio que tenga abolladuras, óxido, tubos doblados, plataformas en mal estado, escaleras defectuosas etc.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- El material que conforma el andamio dispondrá de las instrucciones de montaje y mantenimiento para su uso. En ningún caso se permitirá que los usuarios realicen cambios en el diseño inicial, sin la autorización e intervención de la dirección facultativa.
- Los andamios tendrán plataformas de trabajo cuyo ancho será \geq a 60 cm, estas serán metálicas o de otro material resistente y antideslizante y dispondrán con elementos de clavazón (uñetas) que eviten su basculamiento accidental, y tendrán marcada de forma indeleble y visible, la carga máxima admisible. Todo el perímetro del andamio estará protegido por barandillas compuesta por pasamanos a 1,00m de altura entrepaño y rodapié altura mínima 15 cm., a excepción del frente más próximo al paramento vertical de trabajo cuya distancia sea \leq a 20 cm .

El acceso a estas plataformas de trabajo se realizará mediante escaleras resistentes que dispondrán de trampilla para cerrar el acceso de la escalera.

D.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad para todos los operarios.
- Botas de seguridad para todo el personal que maneje cargas
- Guantes de uso general para evitar cortes durante el manejo de materiales
- Monos o buzos de trabajo. Deberán tenerse en cuenta la reposición en función del tiempo de ejecución de la obra.
- Trajes de agua. Especialmente en los trabajos que no puedan suspenderse en ambientes lluviosos.
- Botas de agua en las mismas condiciones que los trajes de agua y en suelos enfangados.
- Gafas contra impactos y antipolvo en todas las operaciones en que pudiera producirse proyecciones de partículas.
- Cinturón de seguridad, en función del riesgo que se pretenda evitar.
- Mascarilla antipolvo
- Filtros para mascarillas
- Protectores auditivos
- Guantes de goma finos

16.6 Identificación de riesgos, medidas preventivas y protecciones individuales en maquinaria

1. Maquinaria en general

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MÁQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearan los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "MÁQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.
- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Jefe de Obra, y este, a la Dirección Facultativa.
- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.
- Antes de poner la máquina en marcha, el operador deberá realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:
 - Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.
 - Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de STOP.
 - Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
 - Comprobar los niveles de aceite y agua.
 - Limpiar los limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
 - No dejar trapos en el compartimiento del motor.
 - El puesto de conducción debe estar limpio, quitar los restos de aceite, grasa o barro del suelo, las zonas de acceso a la cabina y los agarraderos.
 - No dejar en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos tales como herramientas, trapos, etc. Utilizar para ello la caja de herramientas.
 - Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.
 - Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina, el operador deberá especialmente:

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Sentarse antes de poner en marcha el motor y continuar sentado al conducir.
- Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
- En lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.
- Los operadores de la maquinaria empleada en la limpieza de la zona de trabajo deberán cumplir y hacer respetar a sus compañeros las siguientes reglas:
 - No subir pasajeros.
 - No permitir el estacionamiento ni la permanencia de personas en las inmediaciones de las zonas de evolución de la máquina.
 - No utilizar la pala cargadora como andamio o plataforma para el trabajo de personas.
 - No colocar la pala cargadora por encima de las cabinas de otras máquinas.
 - Está absolutamente prohibido bajar una pendiente con el motor parado o en punto muerto. Bajar con una marcha puesta.
 - No derribar con la cuchara elementos macizos en los que la altura por encima del suelo sea superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.

C.- MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS

- Colocar la máquina en terreno llano y bloquear las ruedas o las cadenas.
- Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.
- Toda la maquinaria y el equipo se deberá desconectar por principio, y se evitará mediante enclavamientos o cualquier otro sistema eficaz su puesta en marcha intempestiva mientras se hacen reparaciones, lubricaciones o inspecciones.
- No se retirarán los resguardos de las partes de una máquina que esté en movimiento.
- Todo dispositivo de protección (inclusive en los accesos, plataformas y pasarelas) que se haya desmontado se colocará lo más rápidamente posible, y en todo caso antes de poner la máquina en servicio.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Caso de tener que efectuar trabajos de conservación, de reparación o de otra índole en las proximidades del área de actuación de una máquina o equipo que entrañe algún tipo de riesgo para los operarios, éste deberá permanecer parado y con el dispositivo de puesta en marcha enclavado, mientras duren dichos trabajos.
- No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo y no colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.
- No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.
- Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.
- Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable.
- Mantenimiento de la maquinaria en el taller de obra:
- Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.
- No limpiar nunca las piezas con gasolina, salvo en local muy ventilado y no fumar.
- Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismos.
- Toda máquina, equipo o parte de ellos que deban quedar suspendidos o apartados mediante elementos de sujeción, como sargentos, mordazas, eslingas o gatos, deben tener plenas garantías de que están bien bloqueados o sujetos antes de permitir al personal pasar por debajo o entre ellos.
- Si son varios los mecánicos que deban trabajar en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.
- Dejar enfriar el motor antes de retirar el tapón del radiador y bajar la presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite, comprobar que su temperatura no sea elevada.
- Tomar las medidas de conducción forzada para realizar la evacuación de los gases del tubo de escape, directamente al exterior del local.
- Cuando deba trabajarse sobre elementos móviles o articulados del motor (p.e. tensión de las correas), éste estará parado.
- Todas las modificaciones, ampliaciones, repuestos o reparaciones deben conservar, por lo menos, el mismo factor de seguridad del equipo original.
- Antes de arrancar el motor, comprobar que no ha quedado ninguna herramienta, trapo o tapón encima del mismo.
- Utilizar guantes que permitan un buen tacto y calzado de seguridad con piso antideslizante.

D.- MANTENIMIENTO DE LOS NEUMATICOS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.
- No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.
- Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda esté separada de la máquina.
- Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral junto a la banda de rodadura, en previsión de proyección del aro por sobrepresión.

MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones. y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.
- No se admitirán máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco. o pórtico de seguridad.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.
- Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.
- La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.
- Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara, peldaños, guardabarros o cualquier otro lugar no adecuado a tal efecto.
- Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales con la cuchara.
- Las máquinas a utilizar estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Las máquinas a utilizar estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.
- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximas al lugar de excavación.
- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.
- Condiciones que han de cumplir las cabinas de la maquinaria de movimiento de tierras.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Estar bien diseñadas y construidas, teniendo en cuenta los principios ergonómicos.
- Cuando sea adecuado, las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para protegerse de la caída de materiales. Además dispondrán de una puerta a cada lado.

Normas de actuación preventiva para los maquinistas:

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitará lesiones por caída.
- No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.
- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, asiéndose con ambas manos; es más seguro.
- No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.
- No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.
- No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes, o lesionarse.
- No trabaje con la máquina en situación de avería o semiavería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

2. Pala cargadora (sobre orugas o neumáticos)

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropello.
- Vuelco de la máquina.
- Choque contra otros vehículos.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Atrapamientos.
- Caída de personas desde la máquina.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Atropellos y quemaduras, en trabajos de mantenimiento
- Trabajos de ambiente polvoriento o de estrés térmico
- Contactos con líneas eléctricas
- Vibraciones.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se desplazará a velocidad moderada, especialmente en lugares de mayor riesgo (pendientes y rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.).
- Se extremarán las precauciones en maniobras de marcha atrás.
- Se cargará el cazo, teniendo en cuenta la estabilidad del material cargado para evitar caídas.
- Se asegurará que el área en que se manobra está despejada de personal.
- En los aprovisionamientos de combustible, se cumplirán y harán cumplir las normas, para evitar incendios (motor parado, prohibición de fumar, etc.).
- Una vez parada la maquina, la cuchara siempre quedara apoyada sobre el terreno, con el fin de que no pueda caer y producir un accidente.
- Siempre que se desplace de un lugar a otro con la maquina, lo hará con la cuchara bajada.
- En las operaciones de carga y descarga, tendrá conectada siempre la bocina marcha atrás o señal acústica.
- Se prohíbe terminantemente transportar pasajeros en la maquina.
- Al finalizar la jornada, o durante los descansos, se observaran las siguientes .reglas:
 - 1.- La cuchara se debe apoyar en el suelo.
 - 2.-Nunca se deberá dejar la llave de contacto puesta.
 - 3.-Se dejará metida una marcha contraria al sentido de la pendiente.
- Estará prohibida la permanencia de personas en la zona de trabajo de la maquina.
- No se admitirán palas cargadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada (o pórtico de seguridad).
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión.
- Las palas cargadoras estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha o/y con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.
- La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.
- Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara.
- Estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Tendrán luces y bocina de retroceso.

Normas preventivas para el operador de la pala cargadora

- Antes de bajarse de la máquina, apoye el cazo en el suelo.
- Cuide la limpieza del tajo y su entorno.
- Cargue el cazo de manera estable para evitar caída de piedras.
- Exija que el área de trabajo de su máquina este despejada para evitar accidentes.
- El sistema de articulado puede aprisionarle. Extreme las precauciones cuando tenga que situarse en su radio de acción.
- En ausencia del capataz, la responsabilidad del tajo de carga es de usted.
- Para subir o bajar de la pala cargadora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pala, pueden incendiarse.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar de aceite de motor y de sistema hidráulico, con el motor frío; no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)
- Durante la limpieza de la máquina, protéjase con mascarilla, mono, mandil y guantes de goma cuando utilice aire a presión.
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Los conductores, antes de realizar nuevos recorridos, harán a pie el camino con el fin de observar las irregularidades que puedan dar origen a oscilaciones de la cuchara.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas bajo régimen de fuertes vientos.

C.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad (al bajar la maquina)
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección contra el polvo y proyecciones.
- Guantes.
- Cinturón antivibratorio.
- Auriculares antirruído.

3. Retroexcavadora sobre orugas o neumáticos

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropello.
- Vuelco de la máquina.
- Choque contra otros vehículos.
- Quemaduras.
- Atrapamientos.
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes.
- Ruido propio y de conjunto.
- Vibraciones.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.
- Para subir o bajar de la retroexcavadora, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función.
- Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, (mirando hacia ella), asiéndose con ambas manos.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.
- No guarde trapos grasientos ni combustible sobre la pala, pueden incendiarse.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambio de aceite del motor y de sistema hidráulico, con el motor frío; no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)
- No libere los frenos de la máquina en posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.
- No se admitirán palas cargadoras que no vengan con la protección de cabina antivuelco instalada (o pórtico de seguridad).
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe en la cabina gases procedentes de la combustión.
- Estarán dotadas de un botiquín de primeros auxilios.
- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.
- Se prohíbe transportar o izar personas utilizando la cuchara.
- Estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.
- Tendrán luces y bocina de retroceso.
- Se prohíbe el manejo de grandes cargas bajo régimen de fuertes vientos.
- Se prohíbe realizar maniobras de movimiento de tierras sin antes haber puesto en servicio los apoyos hidráulicos de inmovilización.
- Se prohíbe utilizar la retroexcavadora como una grúa para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.
- Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil de la retroexcavadora.
- El cambio de posición de la retroexcavadora, se efectuará situando el brazo en el sentido de la marcha.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se instalará una señal de peligro sobre “un pie derecho”, como límite de la zona de seguridad del alcance del brazo de la máquina.

C.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad (al abandonar la máquina).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Cinturón antivibratorio.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.

4. Camión basculante

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropello de personas (entrada, salida, etc.).
- Choques contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Caída (al subir o bajar de la caja).
- Atrapamiento (apertura o cierre de la caja).

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

C.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad (al abandonar la máquina).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Cinturón antivibratorio.

5. Dumper (motovolquete autopropulsado)

Este vehículo suele utilizarse para la realización de transportes de poco volumen (masas, escombros, tierras). Es una máquina versátil y rápida.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Vuelco de la máquina durante el vertido.
- Vuelco de la máquina en tránsito.
- Atropello de personas.
- Choque por falta de visibilidad.
- Caída de personas transportadas.
- Golpes con la manivela de puesta en marcha.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.
- Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.
- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70 cm. sobre las partes más salientes de los mismos.
- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.
- En el vertido de tierras, u otro material, junto a zanjas y taludes se colocará un

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

tope que impida el avance del dumper más allá de una distancia prudencial, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud.

- Si la descarga es lateral, dicho tope se prolongará el extremo próximo al sentido de circulación.
- En la puesta en marcha, la manivela debe cogerse colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos.
- La manivela tendrá la longitud adecuada para evitar golpear partes próximas a ella.
- Deben retirarse del vehículo, cuando se deje estacionado, los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizada pueda utilizarlo.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dumper.
- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablonos y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.
- Se prohíbe expresamente, conducir los dumpers a velocidades superiores a los 20 Km. por hora.
- Los conductores de dumpers estarán en posesión del carnet de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.
- El conductor del dumper no debe permitir el transporte de pasajeros sobre el mismo, estará directamente autorizado por personal responsable para su utilización y deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, se atenderá al Código de Circulación.
- En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.
- Nunca se parará el motor empleando la palanca del descompresor.
- La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de una manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

C.- EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad (al abandonar la máquina).
- Ropa de trabajo adecuada.
- Botas antideslizantes.
- Cinturón antivibratorio.
- Guantes de cuero.
- Mascarilla antipolvo.

6. Hormigonera

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.)
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- Las hormigoneras a utilizar, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión -correas, corona y engranajes-, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

g. Camión hormigonera

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Atropellos y colisiones, en maniobras de desplazamientos y giro.
- Vuelco del camión.
- Atrapamientos y quemaduras, en trabajos de mantenimiento.
- Ruido y vibraciones.
- Los derivados del contacto con hormigón.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Tolva de carga: consiste en una pieza en forma de embudo que está situada en la parte trasera del camión. Una tolva de dimensiones adecuadas evitará la proyección de partículas de hormigón sobre elementos y personas próximas al camión durante el proceso de carga de la hormigonera. Se consideran que las dimensiones mínimas deben ser 900 x 800 mm.
- Escalera de acceso a la tolva: la escalera debe estar construida en un material sólido y a ser posible antideslizante. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada. Así mismo debe tener una plataforma en la parte superior, para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza, dotada de un aro quitamiedos a 90 cm de altura sobre ella. La plataforma ha de tener unas dimensiones aproximadas de 400 x 500 mm. y ser de material consistente. Para evitar acumulación de suciedad deberá ser del tipo de rejilla con un tamaño aproximado de la sección libre máximo de 50 mm. de lado. La escalera sólo se debe utilizar para trabajos de conservación, limpieza e inspección, por un solo operario y colocando los seguros tanto antes de subir como después de recogida la parte abatible de la misma. Sólo se debe utilizar estando el vehículo parado.
- El lugar donde se ubique el muelle de descarga, tendrá asegurado un buen drenaje, sin interferencias con acopios ni otras actividades de la obra. No se simultanearán trabajos en cotas superiores sobre su misma vertical o en su defecto, dispondrá de una eficaz marquesina de apantallamiento. Estas indicaciones también son de aplicación en la central de hormigonado.
- Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes. Los asientos deben estar contruidos de forma que absorban en medida suficiente las vibraciones, tener respaldo y un apoyo para los pies y ser cómodos.
- Equipo de emergencia: Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 Kg, herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Cuando un camión circula por el lugar de trabajo es indispensable dedicar un obrero para que vigile que la ruta del vehículo esté libre antes de que éste se ponga en marcha hacia adelante y sobre todo hacia atrás.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo, haya un espacio suficiente para apearse.
- Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, etc.
- Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16%, si el camión hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.
- En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización, el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez, procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.
- Cuando se haya fraguado el hormigón de una cuba por cualquier razón, el operario que maneje el martillo neumático deberá utilizar cascos de protección auditiva de forma que el nivel máximo acústico sea de 80 db.
- Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
- La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
- Se procurará no golpear con el cubo los encofrados ni las entibaciones.
- Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guías para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

7. Grúa móvil

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atropellos
- Golpes
- Vuelcos
- Caídas desde la máquina

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Evitar la presencia de personas en la zona de trabajo
- En las vías públicas cumplir el código de circulación

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Dirigir la maniobra
- Manejar las cargas con cuerdas
- Estudio del acceso y lugar de emplazamiento
- Usar tabloneros de reparto de carga
- Cumplir las normas de carga
- Subir y bajar de frente a la máquina
- Limpieza de las partes sucias
- Utilizar los peldaños y asideros
- Usar calzado adecuado

i. Maquinaria para extensión de firmes

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas de personal a distinto nivel
- Caídas de personal al mismo nivel
- Proyección de fragmentos y partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinas o vehículos de transporte
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Contactos térmicos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Polvo
- Ruidos
- Vibraciones
- Estrés térmico
- Fatiga física. Desplazamiento
- Insatisfacción

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Sentarse antes de poner en marcha el motor.
- Quedarse sentado al conducir.
- Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- No subir pasajeros.
- Comprobar el buen funcionamiento de la máquina, y los dispositivos de seguridad.
- Deberá tener perfectamente protegidos los elementos móviles con defensas, resguardos o separadores de material recio y fijado sólidamente a la máquina.

8. Compactadora de neumáticos

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Atropello.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco.
- Caída por pendientes.
- Choque contra vehículos.
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las compactadoras estarán dotadas de cabinas antivuelco y antiimpactos.
- Estarán provistas de un botiquín de primeros auxilios.
- Se prohíbe el abandono del compactador de neumáticos con el motor en marcha.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre el compactador de neumáticos.
- Dispondrán de luces de marcha hacia delante y de retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de compactadores.

C.- RECOMENDACIONES AL USUARIO

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor en marcha.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, ponga en servicio el freno de mano, bloquee la máquina, pare el motor extrayendo la llave de contacto.
- No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico cuando el motor este frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)
- Protéjase con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión. Utilice además gafas antiproyecciones.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
- Utilice siempre las prendas de protección personal que le indique el vigilante de seguridad.

9. Compactadora de rodillos

A.- RIESGOS EVITABLES MÁS FRECUENTES

- Atropello.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Vuelco.
- Caída por pendientes.
- Choque contra vehículos.
- Caída de personas al subir o bajar de la máquina.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Los derivados de trabajos continuados y monótonos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las compactadoras estarán dotadas de cabinas antivuelco y antiimpactos.
- Estarán provistas de un botiquín de primeros auxilios.
- Se prohíbe el abandono del rodillo vibrante con el motor en marcha.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre el compactador de rodillos.
- Dispondrán de luces de marcha hacia delante y de retroceso.
- Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de compactadores.

C. RECOMENDACIONES AL USUARIO

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros.
- No trate de realizar ajustes con la máquina en movimiento o el motor en marcha.
- Para evitar lesiones durante las operaciones de mantenimiento, ponga en servicio el freno de mano, bloquee la máquina, pare el motor extrayendo la llave de contacto.
- No guarde combustibles ni trapos grasientos sobre la máquina, pueden producirse incendios.
- Tenga las precauciones habituales en el mantenimiento de un vehículo (cambiar el aceite del motor y del sistema hidráulico cuando el motor este frío, no fumar al manipular la batería o abastecer de combustible, etc.)
- Protéjase con guantes si por alguna causa debe tocar el líquido anticorrosión. Utilice además gafas antiproyecciones.
- No libere los frenos de la máquina de la posición de parada si antes no ha instalado los tacos de inmovilización de los rodillos.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, compruebe mediante maniobras lentas que todos los mandos responden perfectamente.
- Utilice siempre las prendas de protección personal que le indique el vigilante de seguridad.

10. Pequeña compactadora

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos.
- Ruido.
- Golpes.
- Sobresfuerzos.
- Máquina en marcha fuera de control.
- Proyección de objetos.
- Vibraciones.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de poner en funcionamiento la compactadora hay que asegurarse de que están montadas todas las tapas y carcasas protectoras.
- Guiar la compactadora en avance frontal, evitando los desplazamientos laterales.

- La compactadora produce polvo ambiental. Riegue siempre la zona a aplanar.
- El personal que deba manejar la compactadora, conocerá perfectamente su manejo así como los riesgos que conlleva su uso.

11. Pequeña maquinaria.

Como norma general a la maquinaria se le exigirá el marcado CE que garantice la aplicación por parte del fabricante de medidas de seguridad suficiente. En el caso de que la fabricación sea anterior a la entrada en vigor del Real Decreto 1215/97 de 18 de Julio, sobre

Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización de los Equipos de Trabajo, se exigirá certificado de adaptación de la maquinaria a este Real Decreto. Nunca se quitarán las protecciones de seguridad a las máquinas y se revisará su estado periódicamente.

12. Pequeña maquinaria eléctrica.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Golpes y heridas por herramientas.
- Proyecciones de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Manipular la herramienta con prudencia y únicamente desconectado de la energía eléctrica.
- Toda la herramienta eléctrica portátil será de doble aislamiento y estará alimentada a través de disyuntor diferencial.
- Estará en perfectas condiciones de uso y con sus correspondientes carcasas de protección, tanto en discos como en transmisiones.
- Todos los elementos removibles tales como brocas, discos, etc. Serán los adecuados al material a tratar.
- Serán sustituidos inmediatamente las brocas, discos, etc., gastados doblados, con fisuras, que presenten defectos, etc.
- Las máquinas se situarán en zonas que no sean de paso, estando, además, bien ventiladas.
- Durante la operación de desmontaje y montaje de brocas, discos, etc. La herramienta permanecerá desconectada de la red eléctrica.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Para el manejo de taladradoras, desbarbadoras, amoladoras o cualquier otra herramienta similar que produzca desprendimiento de partículas, se usará obligatoriamente pantallas o gafas de seguridad.
- Se prohíbe dejar abandonada la máquina en funcionamiento o conectada a la red eléctrica.

13. Rozadora eléctrica

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Contactos eléctricos.
- Cortes.
- Proyección de partículas.
- Polvo.
- Ruido.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a diferente nivel.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes de comenzar a utilizar el aparato se debe comprobar que la carcasa de protección esté completa y no le falte ninguna pieza.
- Se debe comprobar también el buen estado del cable y de la clavija de conexión.
- Hay que utilizar el disco adecuado para el material a rozar.
- No se debe intentar hacer rozas en zonas poco accesibles ni en posición inclinada lateralmente; el disco se puede romper y causar lesiones al operario que lo maneja.
- Se suele observar que por el afán de ir más rápido se golpea el material a rozar al mismo tiempo que se corta. Este uso encierra el riesgo de que el disco se rompa y le produzca lesiones al operario.
- Los discos gastados o fisurados hay que sustituirlos inmediatamente. Antes de iniciar las manipulaciones del cambio de disco hay que desconectar la máquina de la red eléctrica.
- Dado que durante el corte se produce polvo, el operario que realice esta operación deberá utilizar mascarilla.
- Las rozadoras estarán protegidas mediante doble aislamiento eléctrico.

14. Grupo electrógeno

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Deslizamiento de la máquina

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Vuelco
- Atrapamientos
- Quemaduras
- Erosiones
- Electrocuci3n

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Posicionar la máquina en terreno horizontal
- Poner calzos en condiciones
- Poner frenos
- Enganche correcto en traslados
- Situarse en contrapendiente al moverlo
- Cubierta protectora en partes móviles
- Al reparar parar la máquina
- Al reparar desconectar interruptor general
- No inutilizar la protección de las partes móviles
- No abrir la tapa del radiador en caliente
- Cambiar el aceite en frío
- No manipular la batería sin guantes
- Atención a las partes móviles
- Sacar la llave de contacto al final de la jornada
- Comprobar la existencia de extintor
- Comprobar las conexiones
- Conexiones siempre macho-hembra
- Empalme de cables con conectadores adecuados.

15. Vibrador

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Electrocuci3n (sí es eléctrico)

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Salpicaduras.
- Golpes.
- Explosión o incendio.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida. Se cuidará de su perfecto estado a fin de que no pierda aislamiento.
- En evitación de descargas eléctricas el vibrador tendrá toma de tierra.
- No se dejará funcionar en vacío, ni se moverá tirando de los cables.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- . Casco.
- . Calzado de seguridad.
- . Botas de goma (clase III).
- . Guantes dieléctricos (en vibradores eléctricos).
- . Gafas de protección contra las salpicaduras.

16. Compresor.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Vuelco.
- Atrapamientos entre objetos.
- Caída por terraplén.
- Ruido.
- Rotura de la manguera de presión.
- Los derivados de la emanación de gases tóxicos por escape del motor.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- El arrastre directo para ubicación del compresor por los operarios, se realizará a una distancia nunca inferior a los 2m. (como norma general), del borde de coronación de cortes y taludes, en prevención del riesgo de desprendimiento de la cabeza del talud por sobrecarga.
- El transporte en suspensión, se efectuará mediante eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma, que quede garantizada la seguridad de la carga.
- El compresor a utilizar en esta obra, quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal (entonces el aparato en su totalidad estará nivelado sobre la horizontal), con las ruedas sujetas mediante tacos antideslizamientos. Si la lanza de arrastre carece de rueda o de pivote de nivelación se le adaptará mediante un suplemento firme y seguro.
- Las operaciones de abastecimiento de combustibles se efectuarán con el motor parado, en prevención de incendios o de explosión.
- Las carcasas protectoras estarán siempre instaladas en posición de cerradas, en prevención de posibles atrapamientos y ruido.
- La zona dedicada para la ubicación del compresor, quedará acordonada en un radio de 4 m (como norma general), en su entorno, instalándose señales de obligatorio el uso de protectores auditivos para sobrepasar la línea de limitación.

Salvo en compresores insonorizados.

- Las mangueras estarán siempre en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas o desgastes que puedan predecir un reventón.
- Los compresores se ubicarán a una distancia mínima del tajo de martillos no inferior a 15 m. (como norma general).
- Antes de la puesta en marcha del compresor los operarios que lo vayan a usar comprobarán el correcto cierre de tuberías y mangueras. Se conectarán las herramientas antes de la apertura de la válvula de paso del aire.
- Los mecanismos de conexión o de empalme, estarán recibidos a las mangueras mediante racores de presión.
- El Encargado o el Vigilante de seguridad, controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros detectados diariamente con el fin de que sean subsanados, o parando la máquina si el riesgo es inminente.
- No usar el aire comprimido para la limpieza de la ropa, ni de herramientas que puedan originar proyecciones de materiales pegados a las mismas.
- Situar el compresor de forma que ni el paso de las mangueras, ni el de la propia máquina constituyan un estorbo para la circulación de la propia obra. Las mangueras de presión se mantendrán elevadas por lo menos a 5 metros de altura en los cruces sobre los caminos de obra si fuese necesario cruzarlos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- El compresor estará dotado de válvula de presión mínima que impida el retroceso de aire y que evite una velocidad excesiva del aire a través del separador de aceite; también dispondrá de válvula no retorno a la salida o impulsión.
- No se efectuarán nunca reparaciones del mismo con el motor en marcha.
- No abrir el tapón del radiador en caliente y tener precaución al cambiar el aceite.
- Siempre que se pare el compresor se vaciará el calderín de aire.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de polietileno con protectores auditivos incorporados (en especial para realizar las maniobras de arranque y parada).
- Protectores auditivos (ídem. Anterior).
- Taponillos auditivos (ídem. Anterior).
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.

17. Martillo neumático

El martillo neumático es, en esencia, una máquina con un cilindro en el interior, en cuyo émbolo va apoyada la barrena o junta para taladrar en terrenos duros (rocas) o pavimentos, hormigón armado, etc.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atrapamientos por órganos en movimiento.
- Proyección de partículas.
- Proyección de aire comprimido por desenchufado de manguera.
- Golpes en pies por caída del martillo.
- Ruido.
- Polvo.
- Vibraciones.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Previamente a realizar cualquier trabajo se comprobarán que las conexiones de las manueras al compresor y martillo, están en perfecto estado.
- Antes de accionar el martillo se comprobará que el puntero esté perfectamente amarrado.
- Se sustituirá todo puntero deteriorado o gastado.
- La manguera de aire comprimido debe situarse de forma que no se tropiece con ella, ni que pueda ser dañada por vehículos que pasen por encima.
- Antes de desarmar un martillo, se ha de cortar el aire. Es muy peligroso cortar el aire doblando la manguera; puede volverse contra uno mismo o un compañero.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangas o tubos.
- Mantener los martillos bien cuidados y engrasados.
- Poner mucha atención en no apuntar, con el martillo, a un lugar donde se encuentre otra persona. Si posee un dispositivo de seguridad, usarlo siempre que no se trabaje con él.
- No apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre el martillo; puede deslizarse y caer de cara contra la superficie que se esté trabajando.
- Asegúrese del buen acoplamiento de la herramienta de ataque con el martillo, ya que si no está sujeta, puede salir disparada como un proyectil.
- Manejar el martillo agarrado a la altura de la cintura pecho. Si por la longitud de barrena coge mayor altura, utilizar andamio.
- No se debe hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha.
- Queda prohibido abandonar el martillo hincado en el suelo o conectado al circuito de presión.

18. Dobladora de Ferralla.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Atrapamiento.
- Sobreesfuerzos.
- Cortes por el manejo y sustentación de redondos.
- Golpes por los redondos, (rotura incontrolada).
- Contactos con la energía eléctrica.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- La dobladora mecánica de ferralla se ubicará en el lugar expresamente señalado.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.
- Las dobladoras mecánicas de ferralla a instalar en esta obra serán revisados periódicamente observándose especialmente la buena respuesta de los mandos.
- Las dobladoras mecánicas tendrán conectada a tierra todas sus partes metálicas en prevención del riesgo eléctrico.
- La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta esta forma enterrada para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.
- Se acotará mediante mayado, la superficie de barrido de redondos durante las maniobras de doblado para evitar que se realicen tareas y acopios en el área sujeta al riesgo de golpes por las barras que se están doblando. Colocar carteles avisando del riesgo de golpes.
- La descarga de la dobladora y su ubicación “in situ”, se realizará suspendiéndola de cuatro puntos, (los cuatro ángulos), mediante eslingas; de tal forma, que se garantice su estabilidad durante el recorrido.
- Se instalará en torno a la dobladora mecánica de ferralla un entablado de tabla de 5 cm sobre una capa de gravilla, con una anchura de 3 m en su entorno, para garantizar que el operario trabaja sobre suelo seco y aislado en caso de derivación eléctrica por fallo de las protecciones.
- A la dobladora mecánica de ferralla se adherirán las siguientes señales de seguridad:
 - o “Peligro, energía eléctrica”.
 - o “Peligro de atrapamiento”.
 - o ROTULO: no toque el plato y tetones de aprieto, pueden atraparle las manos.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Manoplas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Trajes para tiempo lluvioso.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Cinturones portaherramientas.
- Almohadillas para carga de objetos a hombro.

u. Sierra circular de mesa.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Cortes.
- Golpes por objetos.
- Abrasiones.
- Atrapamientos.
- Emisión de partículas.
- Sobreesfuerzos (corte de tablonés).
- Emisión de polvo.
- Ruido ambiental.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Los derivados de los lugares de ubicación (caídas, intoxicación, desprendidos, etc.)

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las sierras circulares no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de los tableros con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).
- Las sierras circulares, no se ubicarán en el interior de áreas de batido de cargas suspendidas del gancho de la grúa.
- Las sierras circulares, estarán señalizadas mediante señales de peligro y rótulos con la leyenda PROHIBIDO UTILIZAR A PERSONAS NO AUTORIZADAS.
- Las sierras circulares estarán dotadas de las siguientes elementos de protección:
 - o Carcasa de cubrición del disco.
 - o Cuchillo divisor del corte.
 - o Empujador de la pieza a cortar y guía.
 - o Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
 - o Interruptor estanco.
 - o Toma de tierra.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Al personal autorizado para el manejo de la sierra de disco se le entregará la presente normativa de actuación:
- Antes de poner la máquina en marcha comprobar que no está anulada la conexión a tierra. Si lo está, no trabaje con la sierra.
- Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, no conectar la sierra hasta que sea sustituido.
- Utilice el empujador para manejar la madera; de no hacerlo PUEDE PERDER LOS DEDOS DE LA MANO.
- No retire nunca la protección del disco de corte.
- Si la máquina, sin saber la causa se detiene, desconecte el enchufe, retírese de ella y espere a que se repare.
- Antes de iniciar el corte: CON LA MAQUINA DESCONECTADA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA, gire el disco a mano y compruebe que no está fisurado ni le falta algún diente, si hay algún fallo hay que sustituirlo.
- Para evitar dañarse los ojos, USE LAS GAFAS DE SEGURIDAD antiproyección cuando tenga que cortar.
- Extraiga antes de cortar todos los calvos o partes metálicas hincadas en la madera.
- Corte siempre situándose de espalda al viento, para que este aleje de Ud. Las virutas, y procurando no lanzárselas a sus compañeros
- Para trasladar la mesa de corte NO COLGARLA NUNCA DEL DISCO DE CORTE, se debe trasladar colgándola, si los tiene de ganchos para transporte, o sino en una batea y adecuadamente atada.
- PROHIBIDO DEJAR COLGANDO DEL GANCHO DE LA GRÚA LA MESA DE CORTE O CUALQUIER OTRA MAQUINARIA, al final de la jornada.
- Se ubicarán en los lugares señalados (alejadas de zonas con riesgo de caída en altura, encharcamientos y embarrados, batido de cargas,...).
- Se controlará el estado de los dientes del disco, así como la estructura de este.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, en evitación de incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.
- Se manejará por personal autorizado expresamente.
- Zona acotada para la maquina, instalada en lugar libre de circulación.
- Extintor manual de polvo antibrasa, junto al puesto de trabajo.
- Las reparaciones y mantenimiento de la mesa de sierra la realizará personal especializado.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Se alimentará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas y siempre a través de un cuadro eléctrico de distribución.
- La toma de tierra de las mesas de sierra se realizará a través del cuadro eléctrico general (o de distribución), en combinación con los disyuntores diferenciales.
- No utilizarlas en lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- Mantener siempre limpios de restos los alrededores de la mesa, retirándolos a vertedero.
- Ante cualquier rotura, fallo o duda sobre lo antes descrito AVISAR AL

ENCARGADO.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero. Para el manejo de la madera, nunca usarlos
- Gafas de protección contra la proyección de partículas de madera.
- Calzado de seguridad.
- Mascarilla antipolvo.
- Faja elástica (corte de tablones).

v. Maquinas-herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos y prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

A.- RIESGOS EVITABLES MAS FRECUENTES

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.

- Ruido.

B.- MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las maquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las maquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Las maquinas en situación de avería o de semiavería se entregaran al Encargado o Vigilante de Seguridad para su reparación.
- Las maquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las maquinas-herramientas no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
- Se prohíbe el uso de maquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

C.- PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los equipos de protección individual a utilizar en esta obra, deberá disponer del marcado “CE” de conformidad, conforme a lo establecido por el RD 1407/1992 y modificaciones posteriores y RD 773/1997, que garantizan que dichos equipos cumplen los requisitos establecidos.

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.

Prevención de daños a terceros

Se señalizará, de acuerdo con la normativa vigente, el enlace con las carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalizarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Se señalará la existencia de zanjas abiertas, para impedir el acceso a ellas a todas las personas ajenas a la obra y se vallará toda la zona peligrosa, debiendo establecerse la vigilancia necesaria, en especial por la noche para evitar daños al tráfico y a las personas que hayan de atravesar la zona de las obras.

Toda la señalización será ratificada por la Dirección facultativa de la Obra.

Los riesgos de daños a terceros pueden producirse por un lado debido al acceso de vehículos o personas ajenas a las obras a las instalaciones y tajos de la obra y por otro por las interrupciones que se puedan ocasionar durante los trabajos realizados en carreteras, vías y caminos transitados.

Riesgos más frecuentes

Los riesgos de daños a terceros son:

- Caída al mismo y a distinto nivel.
- Proyección de partículas.
- Atropellos y colisiones con vehículos.
- Derivados de las voladuras.
- Derivados de los desvíos de carreteras y caminos.
- Motivados por cortes de tráfico.
- Derivados de los transportes de máquinas y productos.
- Interferencia con líneas eléctricas aéreas.
- Roturas de conducciones enterradas de agua, gas, electricidad, etc.

Medidas preventivas

Se impedirá el acceso de personas ajenas a la obra, señalizándose mediante carteles de advertencia y cercándose adecuadamente la zona de instalaciones y tajos abiertos en cada momento.

Igualmente se señalarán convenientemente mediante señales de tráfico normalizadas las zonas de desvíos provisionales, zonas de obra o zonas de afección a vías de circulación, siguiendo los esquemas recogidos en los planos o bien las indicaciones generales incluidas en la norma 8.3-

I.C del MOPU para Señalización de obras.

Se considerará zona de trabajo la zona donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando, y zona de peligro una franja de 5m alrededor de la primera zona.

Si se interceptan caminos transitados frecuentemente por peatones, se protegerán por medio de valla autónoma metálica. En el resto del límite de la zona de peligro se dispondrá cinta de balizamiento reflectante.

Antes de comenzar los trabajos se deberán conocer los servicios públicos que puedan resultar afectados, tales como: agua, gas, electricidad, saneamiento, etc. Por otra parte existirán riesgos derivados de la circulación de vehículos, al tener que realizar pasos alternativos y desvíos provisionales. Además, los caminos que en la actualidad atraviesen el terreno donde se ubicará la futura obra, entrañan un riesgo, ya que por ellos circulan personas que pudieran verse involucradas en un accidente. Por ello es preciso adoptar las medidas necesarias para aislar dentro del recinto de la obra aquellos riesgos que pudieran afectar a terceras personas que no intervienen en la misma.

Una vez conocidos los servicios públicos que se encuentren involucrados, hay que ponerse en contacto con los departamentos a que pertenecen y cuando sea posible, se desviarán las conducciones afectadas. Así en el caso de líneas eléctricas aéreas, se deberá solicitar de la Compañía Eléctrica que modifique su trazado, con objeto de cumplir las distancias mínimas de seguridad. También se puede solicitar por escrito a la compañía, que descargue la línea eléctrica o en caso necesario su elevación. Si no se pudiera realizar lo anterior, se considerarán las 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. Las máquinas de elevación llevarán unos bloqueos de tipo eléctrico o mecánico que impidan sobrepasar las distancias mínimas de seguridad. Por otra parte se señalarán las zonas que no deben traspasar, interponiendo barreras que impidan un posible contacto. 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. La altura de paso máximo bajo líneas eléctricas aéreas, debe colocarse a cada lado de la línea aérea.

Las barreras de protección estarán compuestas por dos largueros colocados verticalmente y anclados sólidamente y unidos por un larguero horizontal a la altura de paso máximo admisible o en su lugar se puede utilizar un cable de retención bien tenso, provisto de señalizaciones. La altura de paso máximo debe ser señalada por paneles apropiados fijados a la barrera de protección. Las entradas del paso deben señalarse en los dos lados.

En el caso de líneas eléctricas subterráneas, se deberá gestionar la posibilidad de dejar los cables sin tensión antes de iniciar los trabajos. En caso de duda se considerarán todos los cables subterráneos como si estuvieran en tensión. No se podrá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable. Por otra parte, se procurará no tener cables descubiertos que pudieran deteriorarse al pasar sobre ellos la maquinaria o los vehículos y que pueden también dar lugar a posibles contactos accidentales por operarios o personal ajeno a la obra. Se utilizarán detectores de campo capaces de indicar el trazado y la profundidad del conductor y siempre que sea posible se señalará el riesgo, indicando la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos sigan su curso se velará por que se mantenga la señalización anteriormente mencionada en perfectas condiciones de visibilidad y colocación. Si algún cable fuera dañado se informará inmediatamente a la Compañía propietaria y se alejará a todas las personas del mismo con objeto de evitar posibles accidentes. No se utilizarán picos, barros, clavos, horquillas o utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos donde pueden estar situados cables subterráneos.

En todos los casos cuando la conducción quede al aire, se suspenderá o apuntalará, evitando que accidentalmente pueda ser dañado por maquinaria, herramientas, etc., colocando obstáculos que impidan el acercamiento. Una vez descubierta la línea, para continuar los trabajos se procederá a tomar las siguientes medidas de seguridad, en el mismo orden con que se citan:

- 1) Descargar la línea.
- 2) Bloqueo contra cualquier alimentación.
- 3) Comprobación de la ausencia de tensión.
- 4) Puesta a tierra y en cortocircuito.
- 5) Asegurarse contra posibles contactos con partes cercanas en tensión, mediante su recubrimiento o delimitación. Mediante detectores de campo, se puede conocer el trazado y la profundidad de una línea subterránea.

Cuando se trabaje en proximidad de conducciones de gas o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se identificará el trazado de la tubería que se quiera excavar a partir de los planos constructivos de la misma, localizando también los planos disponibles las canalizaciones enterradas de otros servicios que pueden ser afectados.
- Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad; se hará igualmente con las canalizaciones enterradas de otros servicios, indicando además el área de seguridad.
- Se proveerá y mantendrán luces, guardas, cercas y vigilancia para la protección de las obras o para seguridad de terceros cuando el caso lo requiera.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
 - Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
 - Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
 - Está prohibido la utilización por parte del personal de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
 - No se podrá almacenar material sobre conducciones de ningún tipo.
 - En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
 - Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
 - Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas en zonas de conducciones de gas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
 - Todas las máquinas utilizadas en proximidad de gasoductos que funcionen eléctricamente, dispondrán de una correcta conexión a tierra.
 - Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos, estarán perfectamente aislados y se evitará que en sus tiradas no hay empalmes.
 - En caso incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.
 - En los casos en que haya que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas contrafuegos.
- En lo referente a las conducciones de agua, se seguirán las mismas normas en lo que se refiere a identificación y señalización indicadas en las conducciones de gas.
- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina 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, se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

- Se instalarán 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.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En caso de rotura o fuga en la canalización se comunicará inmediatamente a la Compañía Instaladora y se paralizarán los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

En caso de descubrirse un artefacto susceptible de explotar en la zona de obra, los trabajos deben ser inmediatamente interrumpidos y alejado del lugar el personal de obra y ajena a la misma que por su proximidad pudiera ser afectado. Inmediatamente se comunicará a las autoridades competentes para que procedan a desactivar o retirar dicho artefacto.

Se deberá tener en cuenta si en las proximidades de la obra existe mucho tráfico y si éste es de camiones o vehículos pesados, ya que las vibraciones, pueden dar lugar a desprendimientos.

Prevención de incendios

Durante el proceso constructivo, el riesgo de incendio proviene fundamentalmente de dos situaciones concretas: el control sobre los elementos fácilmente combustibles y el control sobre las fuentes de energía.

En el primer caso, se deben tener en cuenta las formas de almacenamiento de los materiales, incluyendo los de desecho, tanto por sus cantidades como por la proximidad a otros elementos fácilmente combustibles.

En el segundo caso, la instalación inadecuada, aunque sea provisional, y el manejo poco controlado de las fuentes de energía en cualquiera de sus aplicaciones, constituyen un riesgo claro del inicio de un incendio.

Como medios de extinción se disponen los siguientes:

- Extintores.
- Arena.
- Mantas ignífugas.
- Cubos para agua.

La elección del agente extintor, debe ser hecha en función de las clases de fuego. El número y la capacidad de los extintores será determinado en razón de la importancia del riesgo y de la eficacia del extintor.

El emplazamiento de los extintores se elegirá en las proximidades de los lugares donde se pueda dar un conato de incendio. Deben ser visibles y fácilmente accesibles, no quedando tapados por otros materiales. Deben colocarse sobre soportes de forma que la parte superior del mismo este como máximo a 1,70 m del suelo.

En equipos eléctricos o cerca de ellos, es preciso emplear agentes extintores no conductores tales como:

- Anhídrido carbónico (CO₂)
- Polvo químico seco.
- Polvo químico polivalente (para tensiones inferiores a 1000 v).

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora, se dispondrá en la obra de un extintor de Polvo químico polivalente en las proximidades de cada tajo y de los almacenes o acopios de materiales combustibles o inflamables, que podrá ser utilizado para los tipos de fuego A, B y C aun cuando haya presentes equipos eléctricos ya que se tratará de baja tensión. Se dispondrán igualmente extintores de polvo químico polivalente en el interior de las instalaciones provisionales, comedores, aseos y vestuarios.

En las proximidades de instalaciones de alta tensión se dispondrá de un extintor de anhídrido carbónico.

Trabajos de soldadura

Se deberá tener especial cuidado en el mantenimiento del equipo de soldadura oxiacetilénica (botellas, válvulas, sujeción, gomas, uniones, etc.).

Las zonas donde pueden originarse incendios al emplear la soldadura, son los acopios de materiales. Para extinguir fuegos incipientes ocasionados por partículas incandescentes originadas en operaciones de corte y soldadura que caigan sobre materiales combustibles, es conveniente esparcir arena sobre el lugar recalentado y empaparlo posteriormente con agua.

Enfermedades profesionales

Las enfermedades profesionales que, en función de la naturaleza de la obra, puedan darse, son las causadas por vibraciones, sordera, silicosis, dermatosis, neumoconiosis e intoxicaciones por plomo y sus derivados, benceno, humo, agentes líquidos y gaseosos.

Enfermedades causadas por vibraciones.

La prevención médica de las enfermedades causadas por vibraciones se consigue mediante el reconocimiento previo a la incorporación del trabajador a la obra y los periódicos. La protección personal se obtiene montando dispositivos antivibratorios en las máquinas y útiles que aminoren y absorban las vibraciones.

Sordera profesional.

Además de determinadas condiciones personales, como una elevada susceptibilidad personal o bien por la edad, si el sonido sobrepasa los 90 decibelios es nocivo. Todo sonido agudo es capaz de lesionar con más facilidad que los sonidos graves, y uno que actúa continuamente es menos nocivo que otro que lo hace intermitentemente.

Al principio, la sordera puede afectar al laberinto del oído, siendo generalmente una sordera de tonos agudos y peligrosos porque no es percibido por el trabajador. Esta sordera se establece cuando comienza el trabajo, recuperándose el oído cuando deja de trabajar, durante el reposo.

Silicosis.

La silicosis es una enfermedad profesional que se caracteriza por una fibrosis pulmonar, difusa, progresiva e irreversible.

La causa es respirar polvo que contiene sílice libre como cuarzo, arena, granito o pórfido.

Es factor principal la predisposición individual del operario y sensibilidad al polvo silicótico debido, por ejemplo, a afecciones pulmonares anteriores.

Los primeros síntomas se observan radiológicamente. Esta fase puede durar de dos a diez años, según el tiempo de exposición al riesgo y la densidad del polvo inhalado. Sobreviene luego la fase clínica caracterizada por la aparición de sensación de ahogo y fatiga al hacer esfuerzo, todo ello con buen estado general.

La insuficiencia respiratoria es la mayor manifestación de la silicosis y repercute seriamente sobre la aptitud para el trabajo. El enfermo no puede realizar esfuerzos, incluso el andar deprisa o subir una cuesta. Cuando la enfermedad está avanzada no puede dormir si no es con la cabeza levantada unos treinta centímetros y aparece tos seca y dolor en el pecho.

La prevención tiene por objeto descubrir el riesgo y neutralizarlo, por ejemplo, con riegos de agua. También con vigilancia médica.

La protección individual se obtiene con mascarilla antipolvo.

Dermatosis profesional

Los agentes causantes de la dermatosis profesional se elevan a más de trescientos. Son de naturaleza química, física, vegetal o microbiana. También se produce por la acción directa de agentes irritantes sobre la piel como materias cáusticas, ácidos y bases fuertes y otros productos alcalinos.

Constituye la dermatosis profesional la enfermedad profesional más extendida.

Su prevención consiste en primer lugar en identificar el producto causante de la enfermedad. Hay que cuidar la limpieza de máquinas y útiles, así como de las manos y cuerpo por medio del aseo.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Se debe buscar la supresión del contacto mediante guantes y usando, para el trabajo, monos o buzos adecuadamente cerrados y ajustados. La curación se realiza mediante pomadas o medicación adecuada.

Neumoconiosis

Enfermedad que ataca principalmente al aparato respiratorio, provocada por el polvo resultante de procesos de manipulación del cemento antes de amasado, trabajos sobre terreno libre o subterráneo, circulación de vehículos en obra, utilización de explosivos y por último en centrales de preparación de materiales para carretera; todo ello debido a la disgregación del gres o del granito.

La prevención consistiría en el uso de medios filtrantes basándose en retención mecánica o de transformación física o química.

Humo

Es el producido por motores o por hogares de combustión; también proviene de trabajos de soldadura, debido a la descomposición térmica del revestimiento de los electrodos, unión de metales en operaciones de soldadura, llama de soplete, etc., produciéndose en estas actividades emisiones de ácidos metálicos, partículas de cobre, manganeso, fosgeno, cromo, cadmio, etc.; asimismo se produce también por la realización de trabajos subterráneos al emplear maquinaria de variado tipo. La prevención sería a base del uso de medios filtrantes y de aislantes, tanto por sistemas semiautónomos.

Agentes líquidos.

Son originados por condensación de un vapor por procedimientos físicos; provienen generalmente de la aplicación de productos para el desencofrado mediante pulverización, por la pérdida del aceite de engrase de martillos perforadores, por pinturas aplicadas mediante pulverización, etc.

La prevención sería determinar las características de retención y transformación física y orgánica.

Agentes gaseosos.

Pueden ser de dos tipos. Uno de ellos es el de los gases irritantes, que son olorosos y actúan en las mucosas como es el caso del flúor, cloro, etc., lo que permite al trabajador adoptar medidas de protección, o salir de la zona afectada. El otro tipo de gases es el de los asfixiantes, que son inodoros; se podrían calificar de traicioneros siendo esta circunstancia negativa para el individuo, al no tener el organismo defensa ante la presencia del gas; apareciendo los primeros malestares, es indicio de que la intoxicación ha comenzado. Esta circunstancia provoca accidentes irreversibles. El más significativo de estos últimos es el monóxido de carbono.

Los agentes gaseosos provienen de colectores en servicio o en desuso, que contienen metano, amoníaco y productos sulfurosos.

Manejo manual de cargas

Riesgos más frecuentes:

- Caída de objetos por manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Golpes por objetos y herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Riesgos propios de la maquinaria y medios auxiliares usados en estos trabajos.

Normas o medidas preventivas para el manejo manual.

- Mantener la columna siempre recta.
- Sujetar la carga firmemente con las dos manos, lo más cerca posible del cuerpo, con las piernas flexionadas en las caderas, y en las rodillas, y los pies separados hasta las verticales de los hombros.
- Levantar la carga estirando las piernas.
- La espalda y el cuello se mantendrán rectos.
- Para la descarga se actuará de manera inversa.
- Se procurará realizar con medios mecánicos toda aquella operación de manejo de cargas, elevación o transporte que por sus características (peso, volumen, forma, etc.) ofrezca riesgos al ser realizada de forma manual.

Formación del personal en seguridad y salud

Todos los operarios que presten sus servicios en las obras, ya sean contratados por el Contratista principal como por los posibles subcontratistas que intervengan en la ejecución de las mismas deberán recibir, al ingresar en la obra, una exposición detallada de los métodos de trabajo y de los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas preventivas, normas de comportamiento y protecciones individuales que deberán emplear.

Para ello se impartirán a todos los operarios un total de 5 horas lectivas de Seguridad y Salud en el Trabajo. En dichas horas, además de las Normas y Señales de Seguridad concienciándoles en su respeto y cumplimiento, y de las medidas de higiene, se les enseñará la utilización de las protecciones colectivas, y el uso y cuidado de las individuales. La formación se realizará en horas de trabajo.

Dicha formación deberá ser realizada por el personal de los Servicios de Prevención propios (o ajenos) de la empresa principal, quedando incluida en dicha formación todo el personal de la obra.

Medicina preventiva y primeros auxilios.

- Reconocimiento médico.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará un reconocimiento médico previo al inicio de los trabajos, y que se repetirá con periodicidad anual.

Se tendrá especial cuidado con la potabilidad del agua que se suministre al personal.

Solamente se beberá agua de las distintas redes potables que se encuentren más cercanas a los distintos tajos.

- Primeros auxilios

Eligiendo a los operarios más idóneos, se impartirán cursillos especiales de socorrismo y primeros auxilios, formándose monitores de seguridad o socorristas.

Las misiones específicas del monitor de seguridad serán las que siguen: intervenir rápida y eficazmente en todas aquellas ocasiones que se produce un accidente, evacuando en primer lugar al compañero herido del peligro si hay lugar a ello y después prestándole los cuidados necesarios, realizando la cura de urgencia y transportándolo en las mejores condiciones al Centro Médico o vehículo para poder llegar a él. El monitor de seguridad tendrá preparación para redactar un primer parte de accidente.

En carteles debidamente señalizados y por medio de folletos individuales repartidos a cada operario, se recordarán e indicarán las instrucciones a seguir en caso de accidente. Primero, aplicar los primeros auxilios y segundo avisar a los Servicios Médicos de empresa, propios o mancomunados y comunicarlo a la línea de mando correspondiente de la empresa y tercero acudir o pedir la asistencia sanitaria más próxima.

Para cumplimiento de esta tercera etapa, se dispondrá en la proximidad de todos los tajos y junto a los carteles de primeros auxilios y el botiquín, el “Cartel de direcciones de urgencia” en los que se encontrarán los datos que siguen:

- Dirección y teléfono del Centro Médico más cercano (servicio propio, mutua patronal, hospital o ambulatorio)
- Teléfonos de los servicios más cercanos de ambulancias y taxis.
- Teléfonos de los servicios de urgencia (bomberos y policía).

Se dispondrá de un vehículo, en todo momento, para el traslado urgente de los accidentados.

En caso de accidente en obra, se procederá según la gravedad del accidente, a avisar a los servicios médicos más cercanos o bien al traslado de los accidentados al centro de asistencia más próximo.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rua de Circunvalação”

Se indicará que cuando se decida la evacuación o traslado a un Centro Hospitalario deberá advertirse telefónicamente al Centro de la inminente llegada del accidentado.

Se dispondrá de botiquines portátiles en los distintos tajos junto a los carteles de primeros auxilios y direcciones de urgencia. Estos botiquines contendrán el material especificado a continuación:

- Gasas estériles.
- Algodón hidrófugo.
- Agua oxigenada.
- Alcohol.
- Antiséptico no coloreado (tipo clorhexidina) o coloreado (povidona yodada).
- Esparadrapo hipoalergénico.
- Tiritas de varios tamaños.
- Vendas de gasa orillada de varios tamaños.
- Vendas de gasa para improvisar un cabestrillo.
- Analgésicos.
- Pomada para quemaduras.
- Pomada antiinflamatoria para pequeños golpes.
- Crema antihistamínica para las picaduras.
- Termómetro.
- Tijeras.
- Pinzas pequeñas.
- Guantes de plástico.
- Manta aislante.
- Linterna.
- Extintor.

Centro asistencial más próximo

- Hospital de SAO JOAO **Pólo do Porto (Sede)**
- Alameda Prof. Hernâni Monteiro 4200–319 Porto, Portugal
- T: +351 225 512 10

Teléfono Protección Civil: +351 226 197 650

El itinerario para acceder, en el menor plazo posible, al Centro asistencial para accidentes graves será conocido por todo el personal en la obra y colocado en sitio visible.

Instalaciones de Higiene y Bienestar

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.

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.

1 calienta comidas por cada 30 operarios.

Aseos.

1 inodoro por cada 25 operarios.

1 ducha por cada 10 operarios.

1 lavabo por cada 10 operarios.

1 espejo (40x50) por cada 25 operarios.

1 calentador de agua.

Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.....

Vestuarios.

Bancos, perchas.

1 taquilla por trabajador.

Equipos de protección individual

DEFINICIÓN DE EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL SEGÚN R.D.1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

Por EPI se entiende cualquier dispositivo o medio que vaya a llevar o del que vaya a disponer una persona con el objetivo de que la proteja contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y su seguridad.

Marcado CE de conformidad.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

El Real Decreto 1407/1992 de 20 de noviembre establecen en el Anexo II unos Requisitos Esenciales de Seguridad que deben cumplir los Equipos de Protección Individual según les sean aplicables, para garantizar que ofrecen un nivel adecuado de seguridad según los riesgos para los que están destinados a proteger.

Para valorar su conformidad con estos Requisitos Esenciales, un modelo del E.P.I. debe ser sometido a los requisitos de Examen CE de Tipo según sea su categoría de certificación, deberá someterse a los controles de calidad establecidos cuando le sea preceptivo (Categoría III) y, el fabricante debe comprometerse a fabricar los E.P.I. de forma idéntica al modelo certificado mediante la Declaración de Conformidad. Solamente cuando se han cumplido todos y cada uno de estos preceptos, el fabricante estará en disposición de poder poner el Marcado CE de Conformidad a los E.P.I..

El Marcado CE de Conformidad establecido por el Real Decreto 1407/1992, fue modificado el R.D. 159/95 de 8 de marzo que, también ha sido modificada por la Orden

Ministerial de 20 de febrero de 1997 que modifica el marcado CE dejándolo como sigue:
Clasificación.

Según el R. D. 773/1997, los medios de protección se clasifican en:

- Protectores de la cabeza.
- Protectores del oído.
- Protectores de los ojos y la cara.
- Protección de las vías respiratorias.
- Protectores de manos y brazos.
- Protectores de pies y piernas.
- Protectores de la piel.
- Protectores del tronco y el abdomen.
- Protección total del cuerpo.

Protecciones colectivas.

Señalización general:

Señales de STOP en salida de vehículos.

Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.

Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendios y explosiones.

Entrada y salida de vehículos.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.

Señal informativa de localización de botiquín y de extintor. Cinta de balizamiento.

Desbroce y explanación:

Avisador acústico en máquinas.

Vallas de contención en borde superior de desmontes y terraplenes.

Señalización con cinta de balizamiento reflectante y señales indicativas de riesgo de caída a distinto nivel.

En subbase, base y calzada:

Avisador acústico en máquinas.

Señales de tráfico.

Cintas de balizamiento.

Riegos.

En abastecimientos de agua, saneamiento, canalización telefónica, jardinería y mobiliario urbano:

Señales de tráfico y peligro.

Entibación siguiendo las condiciones técnicas del proyecto de ejecución.

Cintas de balizamiento.

Válvulas antirretorno.

En casetas de transformación:

Redes tipo horca.

Redes verticales.

Redes horizontales.

Mallazo resistente en huecos horizontales.

Barandillas rígidas en bordes de forjado.

Plataformas voladas.

Castilletes de hormigonado.

Válvulas antirretroceso en mangueras.

En líneas alta tensión, baja tensión y alumbrado público:

Extintores.

Tomas de tierra.

Interruptores diferenciales.

Recurso preventivo y brigada de seguridad

Recurso Preventivo.

Según la ley 54/2003 la presencia de los recursos preventivos en las obras de construcción será preceptiva en los siguientes casos :

a) Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.

La presencia de recursos preventivos de cada contratista será necesario cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales, tal y como se definen en el real decreto 1627/97.

Hay que tener en cuenta que en obras de construcción es frecuente la coexistencia de contratistas y subcontratistas, que de forma sucesiva o simultánea constituyen un riesgo especial por interferencia de actividades, por lo que la presencia de los "Recursos preventivos" sería en tales casos preceptiva.

b) Cuando se realicen actividades o procesos que reglamentariamente sean considerados como peligrosos o con riesgos especiales.

A este respecto cabe destacar que en las obras de construcción a las que se refiere el RD 1627/97, dichos recursos preventivos serán necesarios cuando se desarrollen trabajos con riesgos especiales, que por otro lado reglamentariamente ya han sido definidos con carácter no exhaustivo en el anexo II del RD 1627/97 y entre los que se incluyen:

1. Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

La amplitud conceptual del punto 1 se da prácticamente en cualquier obra nueva, lo que hace extensiva la necesidad de su presencia en todas las obras.

Brigada de Seguridad.

“Nuevo Paso Superior en la Vía Norte sobre la Rúa de Circunvalação”

Durante el desarrollo de la obra, el contratista dispondrá de una brigada de seguridad compuesta por un oficial de primera y dos peones que se encargarán de la colocación, desplazamiento, reposición y reparación de las protecciones colectivas.

El oficial de primera se encargará de la vigilancia sobre el cumplimiento de las medidas preventivas y el uso de las protecciones individuales.

Cuando los trabajos de la obra afecten a carreteras en las que se produzcan cortes de tráfico alternativos, el personal de la brigada de seguridad se encargará de dirigir y supervisar las labores de ordenación del tráfico, aunque no intervendrá en las mismas.

Reuniones de los responsables en prevención de riesgos

Una vez al mes se reunirán los responsables de Seguridad de las empresas que intervienen en las obras. A estas reuniones será conveniente que asistan los responsables de producción de dichas empresas, y podrán asistir los Delegados de Prevención de las empresas en caso de existir.

En caso de que las empresas no cuenten con un servicio de prevención propio, se requerirá la presencia de un representante del servicio de prevención ajeno o mancomunado.

A dichas reuniones asistirá el Director de las Obras y el Coordinador de Seguridad y Salud en caso de existir.

De estas reuniones se levantará acta y se funcionará de acuerdo a las normas que se establezcan. En ellas se tratará los aspectos organizativos y todos aquellos que afecten a la seguridad de la obra. En estas reuniones se aprovechará para informar a los nuevos subcontratistas de los contenidos del Plan de Seguridad y Salud de la Obra en relación con su actividad.

Estas reuniones se realizarán sin perjuicio de la celebración de las reuniones del Comité de Seguridad y Salud de cada una de las empresas cuyas particularidades quedan reflejadas en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Mediciones

MEDICIONES

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

Cuadro de precios I

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE EN 812 (TRES EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS)	3,28 €
P- 2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE EN 167 i UNE EN 168 (CINCO EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS)	5,21 €
P- 3	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE EN 352-2 i UNE EN 458 (CERO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS)	0,24 €
P- 4	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE EN 352-1 i UNE EN 458 (DIECISEIS EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	16,85 €
P- 5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE EN 140 (UN EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS)	1,56 €
P- 6	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE EN 388 i UNE EN 420 (CINCO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)	5,44 €
P- 7	H1461110	u	Parella de botes d'aigua dePVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 345, UNE EN 346, UNE EN 347 (CUATRO EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS)	4,93 €
P- 8	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial, per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 344/A1, UNE EN 344-2, UNE EN 345, UNE EN 345/A1, UNE EN 345-2, UNE EN 346, UNE EN 346/A1, UNE EN 346-2, UNE EN 347, UNE EN 347/A i UNE EN 347-2 (VEINTE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS)	20,60 €
P- 9	H146J364	u	Parella de plantilles anticlaus de flexió d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE EN 344-2 i UNE EN 12568 (DOS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS)	2,09 €
P- 10	H147N000	u	Faixa de protecció dorsolumbar (VEINTIDOS EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS)	22,43 €
P- 11	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340 (SETENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS)	74,90 €
P- 12	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE EN 340 (OCHO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS)	8,86 €
P- 13	H1483344	u	Pantalons de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE EN 340 (CATORCE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS)	14,15 €
P- 14	H1485140	u	Armill de treball, de polièster embuatada amb material aïllant (DOCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS)	12,92 €
P- 15	H1485800	u	Armill per a senyalista amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE EN 471 (DIECIOCHO EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	18,79 €
P- 16	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE EN 340 (SEIS EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	6,49 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 02/07/14

Pág.: 2

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 17	H1489790	u	Jaqueta de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340 (DIECISIETE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS)	17,53 €
P- 18	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions (TREINTA Y CINCO EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS)	35,25 €
P- 19	H15Z1003	u	Reunió mensual del comitè de Seguretat i Salut constituït per 6 persones (CIENTO DIECIOCHO EUROS CON DOS CÉNTIMOS)	118,02 €
P- 20	H15Z1004	h	Formació en Seguretat i Salut (QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS)	15,58 €
P- 21	H16C1002	u	Detector de gasos fix amb el desmuntatge inclòs (QUINIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON TRES CÉNTIMOS)	591,03 €
P- 22	HBBA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (VEINTINUEVE EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS)	29,73 €
P- 23	HBBAB115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (VEINTIOCHO EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS)	28,78 €
P- 24	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (VEINTITRES EUROS CON DOS CÉNTIMOS)	23,02 €
P- 25	HBBAF004	u	Senyal d'avertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (TREINTA Y SEIS EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS)	36,93 €
P- 26	HE732402	u	Radiador elèctric d'infraroigs monofàsic de 230 V de tensió, de 1000 W de potència elèctrica, instal·lat i amb el desmuntatge inclòs (SETENTA EUROS CON UN CÉNTIMOS)	70,01 €
P- 27	HJ7127D1	u	Dipòsit prismàtic amb tapa, de polièster reforçat, de 500 l de capacitat, instal·lat i amb el desmuntatge inclòs (DOSCIENTOS CINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS)	205,48 €
P- 28	HJ723101	u	Mecanisme silenciós d'alimentació, per a dipòsit, d'accionament per flotador, fixat i connectat amb entrada roscada de 1/2" i amb el desmuntatge inclòs (TRECE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS)	13,24 €
P- 29	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (CUARENTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS)	43,56 €
P- 30	HQU1531A	mes	Mòdul prefabricat de sanitaris de 3.7x2.3x2.3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 3 aixetes, 2 plaques turques, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (DOSCIENTOS DOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS)	202,76 €
P- 31	HQU1H53A	mes	Mòdul prefabricat de menjador de 6x2.3x2.6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (CIENTO TREINTA Y DOS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS)	132,40 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 02/07/14

Pág.: 3

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 32	HQU22301	u	Armari metàl.lic individual doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (CINCUENTA EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)	50,64 €
P- 33	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS)	372,22 €
P- 34	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col.locada i amb el desmuntatge inclòs (OCHENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)	85,54 €
P- 35	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col.locada i amb el desmuntatge inclòs (CIENTO CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS)	105,37 €
P- 36	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (SETENTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS)	79,77 €
P- 37	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (CUARENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS)	46,77 €
P- 38	HQUA1100	u	Farmaciola d'armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i higiene en el treball (NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CINCO CÉNTIMOS)	99,05 €
P- 39	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic (VEINTIOCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS)	28,35 €
P- 40	HQUZM000	h	Mà d'obra per a neteja i conservació de les instal.lacions (QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS)	15,58 €

Cuadro de precios II

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE EN 812	3,28 €
	B1411111		Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE EN 812	3,28000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE EN 167 i UNE EN 168	5,21 €
	B1421110		Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE EN 167 i UNE EN 168	5,21000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 3	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE EN 352-2 i UNE EN 458	0,24 €
	B1431101		Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE EN 352-2 i UNE EN 458	0,24000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 4	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE EN 352-1 i UNE EN 458	16,85 €
	B1432012		Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE EN 352-1 i UNE EN 458	16,85000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE EN 140	1,56 €
	B1445003		Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE EN 140	1,56000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 6	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE EN 388 i UNE EN 420	5,44 €
	B145C002		Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE EN 388 i UNE EN 420	5,44000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 7	H1461110	u	Parella de botes d'aigua dePVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 345, UNE EN 346, UNE EN 347	4,93 €
	B1461110		Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 345, UNE EN 346, UNE EN 347	4,93000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 8	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial, per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 344/A1, UNE EN 344-2, UNE EN 345, UNE EN 345/A1, UNE EN 345-2, UNE EN 346, UNE EN 346/A1, UNE EN 346-2, UNE EN 347, UNE EN 347/A i UNE EN 347-2	20,60 €
	B1465275		Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 344/A1, UNE EN 344-2, UNE EN 345, UNE EN 345/A1, UNE EN 345-2, UNE EN 346, UNE EN 346/A1, UNE EN 346-2, UNE EN 347, UNE EN 347/A i UNE EN 347-2	20,60000 €
			Otros conceptos	0,00 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 02/07/14

Pág.: 2

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 9	H146J364	u	Parella de plantilles anticlaus de fleix d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE EN 344-2 i UNE EN 12568	2,09 €
	B146J364		Parella de plantilles anticlaus de fleix d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE EN 344-2 i UNE EN 12568	2,09000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 10	H147N000	u	Faixa de protecció dorsolumbar	22,43 €
	B147N000		Faixa de protecció dorsolumbar	22,43000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 11	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340	74,90 €
	B1481343		Granota de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340	74,90000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 12	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE EN 340	8,86 €
	B1482320		Camisa de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE EN 340	8,86000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 13	H1483344	u	Pantalons de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE EN 340	14,15 €
	B1483344		Pantalons de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE EN 340	14,15000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 14	H1485140	u	Armill de treball, de polièster embuatada amb material aïllant	12,92 €
	B1485140		Armill de treball, de polièster embuatada amb material aïllant	12,92000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 15	H1485800	u	Armill per a senyalista amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE EN 471	18,79 €
	B1485800		Armill per a senyalista amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE EN 471	18,79000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 16	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE EN 340	6,49 €
	B1487350		Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE EN 340	6,49000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 17	H1489790	u	Jaqueta de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340	17,53 €
	B1489790		Jaqueta de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340	17,53000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 18	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions	35,25 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 02/07/14

Pág.: 3

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
			Otros conceptos	35,25 €
P- 19	H15Z1003	u	Reunió mensual del comitè de Seguretat i Salut constituït per 6 persones	118,02 €
			Otros conceptos	118,02 €
P- 20	H15Z1004	h	Formació en Seguretat i Salut	15,58 €
			Otros conceptos	15,58 €
P- 21	H16C1002 B16C0002	u	Detector de gasos fix amb el desmuntatge inclòs Detector de gasos fix	591,03 €
			Otros conceptos	587,10000 € 3,93 €
P- 22	HBBA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs	29,73 €
	BBBA005		Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45° en color vermell, de d 29 cm, per ésser vista fins 12 m	5,76000 €
	BBBAD015		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa de prohibició, amb el text en negre sobre fons vermell, de forma rectangular, amb el cantell negre, costat major 29 cm, per ésser vist fins 12 m	8,39000 €
			Otros conceptos	15,58 €
P- 23	HBBAB115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs	28,78 €
	BBBAB115		Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, de d 29 cm, per ésser vista fins 12 m	5,76000 €
	BBBAD025		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa d'obligació, amb el text en blanc sobre fons blau, de forma rectangular, amb el cantell blanc, costat major 29 cm, per ésser vist fins 12 m	7,44000 €
			Otros conceptos	15,58 €
P- 24	HBBA005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs	23,02 €
	BBBA005		Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ésser vista fins 12 m de distància	7,44000 €
			Otros conceptos	15,58 €
P- 25	HBBAF004	u	Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs	36,93 €
	BBBAD004		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa d'advertència, amb el text en negre sobre fons groc, de forma rectangular, amb el cantell negre, costat major 41 cm, per ésser vist fins 12 m	12,31000 €
	BBBAF004		Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, per ésser vista fins 12 m	9,04000 €
			Otros conceptos	15,58 €
P- 26	HE732402	u	Radiador elèctric d'infraroigs monofàsic de 230 V de tensió, de 1000 W de potència elèctrica, instal·lat i amb el desmuntatge inclòs	70,01 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 02/07/14

Pág.: 4

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	BE732400		Radiador elèctric d'infraroigs monofàsic de 230 V de tensió, de 1000 W de potència elèctrica	46,79000 €
			Otros conceptos	23,22 €
P- 27	HJ7127D1	u	Dipòsit prismàtic amb tapa, de polièster reforçat, de 500 l de capacitat, instal·lat i amb el desmuntatge inclòs	205,48 €
	BJ7127D0		Dipòsit prismàtic amb tapa, de polièster reforçat, de 500 l de capacitat	1.27,93000 €
			Otros conceptos	77,55 €
P- 28	HJ723101	u	Mecanisme silenciós d'alimentació, per a dipòsit, d'accionament per flotador, fixat i connectat amb entrada roscada de 1/2" i amb el desmuntatge inclòs	13,24 €
	BJ723101		Mecanisme silenciós d'alimentació, per a dipòsit, d'accionament per flotador amb entrada roscada de 1/2"	4,08000 €
			Otros conceptos	9,16 €
P- 29	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs	43,56 €
	BM311611		Extintor de pols seca, de càrrega 6 kg, amb pressió incorporada, pintat	35,76000 €
	BM311611		Part proporcional d'elements especials per a extintors	0,27000 €
			Otros conceptos	7,53 €
P- 30	HQU1531A	mes	Mòdul prefabricat de sanitaris de 3.7x2.3x2.3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 3 aixetes, 2 plaques turques, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	202,76 €
	BQU1531A		Mòdul prefabricat de sanitaris de 3.7x2.3x2.3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 3 aixetes, 2 plaques turques, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	202,76000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 31	HQU1H53A	mes	Mòdul prefabricat de menjador de 6x2.3x2.6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	132,40 €
	BQU1H53A		Mòdul prefabricat de menjador de 6x2.3x2.6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal·lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	132,40000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 32	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	50,64 €
	BQU22303		Armari metàl·lic individual amb doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, per a 3 usos	46,74000 €
			Otros conceptos	3,90 €
P- 33	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	372,22 €
	BQU25700		Banc de fusta de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones	369,88000 €
			Otros conceptos	2,34 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 02/07/14

Pág.: 5

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 34	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col.locada i amb el desmuntatge inclòs	85,54 €
	BQU27900		Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones	80,09000 €
			Otros conceptos	5,45 €
P- 35	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col.locada i amb el desmuntatge inclòs	105,37 €
	BQU2AF02		Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, per a 2 usos	99,92000 €
			Otros conceptos	5,45 €
P- 36	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col.locat i amb el desmuntatge inclòs	79,77 €
	BQU2E002		Forn microones, per a 2 usos	78,95000 €
			Otros conceptos	0,82 €
P- 37	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col.locat i amb el desmuntatge inclòs	46,77 €
	BQU2GF00		Recipient per a recollida d'escombraries de 100 l de capacitat	45,21000 €
			Otros conceptos	1,56 €
P- 38	HQUA1100	u	Farmaciola d'armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i higiene en el treball	99,05 €
	BQUA1100		Farmaciola tipus armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i higiene en el treball	99,05000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 39	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic	28,35 €
	BQUAM000		Reconeixement mèdic	28,35000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 40	HQUZM000	h	Mà d'obra per a neteja i conservació de les instal.lacions	15,58 €
			Otros conceptos	15,58 €

Presupuesto

PRESUPUESTO

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
 CAPÍTULO 01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE EN 167 i UNE EN 168 (P - 2)	5,21	36,000	187,56
2	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE EN 352-2 i UNE EN 458 (P - 3)	0,24	504,000	120,96
3	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelleres antisoroll, homologat segons UNE EN 352-1 i UNE EN 458 (P - 4)	16,85	36,000	606,60
4	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE EN 140 (P - 5)	1,56	126,000	196,56
5	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE EN 388 i UNE EN 420 (P - 6)	5,44	72,000	391,68
6	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 345, UNE EN 346, UNE EN 347 (P - 7)	4,93	36,000	177,48
7	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial, per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb envoltant del turmell encoixinat, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE EN 344, UNE EN 344/A1, UNE EN 344-2, UNE EN 345, UNE EN 345/A1, UNE EN 345-2, UNE EN 346, UNE EN 346/A1, UNE EN 346-2, UNE EN 347, UNE EN 347/A i UNE EN 347-2 (P - 8)	20,60	36,000	741,60
8	H146J364	u	Parella de plantilles anticlaus de fleix d'acer de 0,4 mm de gruix, de 120 kg de resistència a la perforació, pintades amb pintures epoxi i folrades, homologades segons UNE EN 344-2 i UNE EN 12568 (P - 9)	2,09	36,000	75,24
9	H147N000	u	Faixa de protecció dorsolumbar (P - 10)	22,43	36,000	807,48
10	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340 (P - 11)	74,90	36,000	2.696,40
11	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE EN 340 (P - 12)	8,86	36,000	318,96
12	H1483344	u	Pantalons de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologats segons UNE EN 340 (P - 13)	14,15	72,000	1.018,80
13	H1485140	u	Armill de treball, de polièster embuatada amb material aïllant (P - 14)	12,92	72,000	930,24
14	H1485800	u	Armill per a senyalista amb tires reflectores a la cintura, al pit i a l'esquena, homologada segons UNE EN 471 (P - 15)	18,79	72,000	1.352,88
15	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE EN 340 (P - 16)	6,49	36,000	233,64

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 02/07/14

Pág.: 2

16	H1489790	u	Jaqueta de treball per a construcció d'obres linials en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE EN 340 (P - 17)	17,53	36,000	631,08
17	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE EN 812 (P - 1)	3,28	126,000	413,28
TOTAL			CAPÍTOL	01.01		10.900,44

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
 CAPÍTULO 02 SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HBBAA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 22)	29,73	2,000	59,46
2	HBBAB115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, d 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 23)	28,78	2,000	57,56
3	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 24)	23,02	2,000	46,04
4	HBBAF004	u	Senyal d'avertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ésser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 25)	36,93	2,000	73,86
5	H15Z1003	u	Reunió mensual del comitè de Seguretat i Salut constituït per 6 persones (P - 19)	118,02	7,000	826,14
6	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions (P - 18)	35,25	7,000	246,75
7	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (P - 29)	43,56	4,000	174,24
8	H16C1002	u	Detector de gasos fix amb el desmuntatge inclòs (P - 21)	591,03	2,000	1.182,06
TOTAL			CAPÍTOL	01.02		2.666,11

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
 CAPÍTULO 03 IMPLANTACIONES PARA PERSONAL DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HQU1531A	mes	Mòdul prefabricat de sanitaris de 3.7x2.3x2.3 m de plafó d'acer lacat i aïllament de poliuretà de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel·les d'acer galvanitzat, amb instal·lació de lampisteria, 1 lavabo col·lectiu amb 3 aixetes, 2 plaques turques, 2 dutxes, mirall i complements de bany, amb instal·lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 30)	202,76	2,000	405,52

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 02/07/14

Pág.: 3

2	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 33)	372,22	2,000	744,44
3	HQU22301	u	Armari metàl.lic individual doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 32)	50,64	36,000	1.823,04
4	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col.locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 34)	85,54	4,000	342,16
5	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col.locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 35)	105,37	2,000	210,74
6	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 36)	79,77	1,000	79,77
7	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col.locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 37)	46,77	4,000	187,08
8	HQUA1100	u	Farmaciola d'armari, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i higiene en el treball (P - 38)	99,05	4,000	396,20
9	HQU1H53A	mes	Mòdul prefabricat de menjador de 6x2.3x2.6 m de plafó d'acer lacat i aïllament de 35 mm de gruix, revestiment de parets amb tauler fenòlic, paviment de lamel.les d'acer galvanitzat amb aïllament de fibra de vidre i tauler fenòlic, amb instal.lació de lampisteria, aigüera de 2 piques amb aixeta i taulell, amb instal.lació elèctrica, 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 31)	132,40	2,000	264,80
10	HQUZM000	h	Mà d'obra per a neteja i conservació de les instal.lacions (P - 40)	15,58	84,000	1.308,72
11	HE732402	u	Radiador elèctric d'infraroigs monofàsic de 230 V de tensió, de 1000 W de potència elèctrica, instal.lat i amb el desmuntatge inclòs (P - 26)	70,01	2,000	140,02
12	HJ7127D1	u	Dipòsit prismàtic amb tapa, de polièster reforçat, de 500 l de capacitat, instal.lat i amb el desmuntatge inclòs (P - 27)	205,48	1,000	205,48
13	HJ723101	u	Mecanisme silenciós d'alimentació, per a dipòsit, d'accionament per flotador, fixat i connectat amb entrada rosçada de 1/2" i amb el desmuntatge inclòs (P - 28)	13,24	1,000	13,24
TOTAL			CAPÍTOL	01.03		6.121,21

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
 CAPÍTOL 04 FORMACIÓN EN SEGURIDAD PERSONAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H15Z1004	h	Formació en Seguretat i Salut (P - 20)	15,58	216,000	3.365,28
TOTAL			CAPÍTOL	01.04		3.365,28

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
 CAPÍTOL 05 CONTROL DE LA SALUD DEL PERSONAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic (P - 39)	28,35	36,000	1.020,60
TOTAL			CAPÍTOL	01.05		1.020,60

PRESUPUESTO

Resumen de presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Fecha: 02/07/14

Pág.: 1

NIVEL 1: OBRA			Importe
Obra	01	Pressupost Seguridad y salud	24.073,64
			24.073,64

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Pag. 1

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL 24.073,64

Subtotal 24.073,64

0,00

TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA € 24.073,64

Este presupuesto de ejecución por contrato asciende a la cantidad de:

(VEINTICUATRO MIL SETENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)
