



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO
EN ANGOLA**

Trabajo final de grado
Ingeniería Agrícola



Autor: Felipe Garre Anguera de Sojo

Tutores: Francisco Iranzo Iranzo

Josep Claramunt Blanes

Castelldefels, julio de 2020

Resumen

Este documento justifica la distribución en planta y el cálculo estructural de una nave de 405 m² dividida en un taller mecánico cerrado de 105 m² y un cobertizo abierto de 300 m² destinado a albergar la maquinaria agrícola necesaria para el cultivo de girasol en una finca de 2.000 ha situada al norte de Angola.

La solución estructural que se propone consiste en pórticos metálicos separados 5 m mediante pilares IPE-300 de 4 y 5 m, y un dintel de 10 m de luz formado por IPE-270 que constituyen una cubierta a un agua con una pendiente del 10%.

El Proyecto analiza las necesidades de maquinaria para la explotación agrícola, calcula los elementos estructurales de los pórticos mediante un análisis hiperestático realizado con el programa *Win Eva 7* y se calculan otros elementos estructurales como las correas de cubierta, la cimentación y las placas de anclaje mediante procedimientos de cálculo manual, siguiendo, en todos los casos, las directrices del Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).

Se han elaborado 7 planos que permiten caracterizar suficientemente el edificio para su ejecución, así como un documento de presupuesto que justifica el coste de la obra, el cual alcanza la cifra de ejecución por contrata de 181.621,42 €.

Resum

Aquest document justifica la distribució en planta i el càlcul estructural d'una nau de 405 m² dividida en un taller mecànic tancat de 105 m² i un rafal obert de 300 m² destinat a albergar la maquinària agrícola necessària per el cultiu de gira-sol en una finca de 2.000 ha situada al nord d'Angola.

La solució estructural que es proposa consisteix en pòrtics metàl·lics separats 5 m mitjançant pilars IPE-300 de 4 i 5 m, i una llinda de 10 m de llum format per IPE-270 que constitueixen una coberta a una aigua amb un pendent del 10%.

El Projecte analitza les necessitats de maquinària per a l'explotació agrícola, calcula els elements estructurals dels pòrtics mitjançant una anàlisi hiperestàtic realitzat amb el programa Win Eva 7 i es calculen altres elements estructurals com les corretges de coberta, la fonamentació i les plaques d'ancoratge mitjançant procediments de càlcul manual, seguint, en tots els casos, les directrius del Codi Tècnic de l'Edificació (C.T.E.).

S'han elaborat 7 plans que permeten caracteritzar prou l'edifici per a la seva execució, així com un document de pressupost que justifica el cost de l'obra, el qual aconsegueix la xifra d'execució per contracta de 181.621,42 €.

Abstract

This document justifies the plan design and the structural calculation of a 405 m² warehouse divided into a closed mechanical workshop of 105 m² and an open shed of 300 m² intended to house the agricultural machinery necessary for the cultivation of sunflower in a 2.000 ha estate located in northern Angola.

The proposed structural solution consists of metal frames 5 m apart by means of IPE-300 pillars of 4 and 5 m, and a lintel of 10 m span formed by IPE-270 that constitute a roof over a water with a 10% slope.

The Project analyzes the needs of machinery for the agronomic exploitation, calculates the structural elements of the gantries by means of a hyperstatic analysis carried out with the Win Eva 7 program, and calculates other structural elements such as deck straps, foundations and anchor plates using procedures manual calculation, following, in all cases, the guidelines of the Technical Building Code (CTE).

Seven Plans have been prepared to sufficiently characterize the building for its execution, as well as a budget document that justifies the cost of the work, which reaches the figure of execution by contract of 181.621,42 €.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO I

- Memoria y anejos

DOCUMENTO II

- Planos

DOCUMENTO III

- Presupuestos Parciales y Resumen de Presupuestos

DOCUMENTO I
MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	9
2. ANTECEDENTES	9
3. OBJETIVO Y FINALIDAD	9
4. CONDICIONANTES	10
4.1. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR	10
4.2. CONDICIONANTES LEGISLATIVOS.....	10
4.3. CONDICIONANTES DEL MEDIO FÍSICOS	10
4.4. COMUNICACIÓN Y SERVICIOS.....	10
4.5. NORMATIVA Y PROGRAMAS UTILIZADOS.....	11
5. DIMENSIONADO DE LA CONSTRUCCIÓN	11
6. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	13
6.1. DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL	13
6.1.1. Seguridad estructural	13
6.1.2. Comprobación de los estados límite últimos	13
6.1.3. Comprobación de los estados límite de servicio	13
6.1.4. Acciones en la edificación (ES-AE)	13
6.1.5. Cimentación (ES-C)	14
6.1.6. Cumplimiento de la norma de construcción sismorresistente NCSR- 02	14
6.1.7. Cumplimiento de la instrucción de hormigón estructural EHE	14
6.1.8. Estructuras de acero (ES-A)	14
6.1.9. Fábrica	14
6.2. DB SU SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN	15
6.2.1. Seguridad ante el riesgo de caídas	15
6.2.2. Seguridad ante el riesgo de impacto o atrapamiento	15
6.2.3. Seguridad ante el riesgo de atrapamiento en recintos	15
6.2.4. Seguridad ante el riesgo causado por vehículos en movimiento	15
6.2.5. Seguridad ante el riesgo causado por la acción del rayo	15
6.3. DB HS SALUBRIDAD	15
6.4. DB HE AHORRO DE ENERGÍA	16
6.5. DB SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO	16
7. OBRAS	17
7.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS	17
7.2. CIMENTACIÓN.....	17
7.3. PLACAS DE ANCLAJE.....	17

7.4.	ESTRUCTURA DE LOS PÓRTICOS.....	17
7.5.	CUBIERTA.....	17
7.6.	SOLERAS.....	18
7.7.	CERRAMIENTOS LATERALES DEL TALLER.....	18
7.8.	CARPINTERÍA.....	18
7.9.	INSTALACIONES.....	18
7.10.	LAVABOS, VESTUARIOS Y OFICINA.....	19
7.11.	SALA DE GENERADOR ELÉCTRICO.....	19
8.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	20

ANEJOS

- Anejo I. Información del medio físico y dimensionado de la nave
- Anejo II. Cálculo del pórtico
- Anejo III. Cálculo de las correas
- Anejo IV. Cálculo de cimentación
- Anejo V. Placas de anclaje

1. OBJETO DEL PROYECTO

Este documento tiene como objeto el diseño estructural de una nave de 405 m² distribuidos en un taller mecánico cerrado de 105 m² y un cobertizo abierto de 300 m² destinado a albergar la maquinaria agrícola necesaria en una finca de 2.000 ha destinadas al monocultivo de girasol, situada al norte de Angola.

La nave tendrá unas dimensiones de 10,00 x 40,00 m y estará formada por pórticos metálicos separados 5 metros con altura de pilares de 4 y 5 m configurando una única pendiente en cubierta del 10%.

El Proyecto se implantará en el extremo Nord-Este de la finca, localizada en la provincia de Zaire (Angola), a 589 km de Luanda y 19 km de la frontera de la República Democrática del Congo. El **Plano 1/7**, muestra su localización.

Al tratarse de un documento académico, no se han desarrollado documentos de índole administrativa propios de los Proyectos Ejecutivos como son los Pliegos de Condiciones, el desarrollo de los distintos documentos que componen los Presupuestos o el Estudio de Seguridad y Salud preceptivo en las obras constructivas, entre otros.

2. ANTECEDENTES

La empresa promotora del proyecto tiene el usufructo de unas 2.000 ha en la provincia del Zaire, al norte de Angola y a escasos kilómetros de la frontera con la República Democrática del Congo.

Después de varios años intentando sin éxito el cultivo de maíz y soja, debido a las limitadas precipitaciones, se decidió el cultivo de mandioca y sorgo que permiten, con dificultad, cubrir los gastos de explotación, pero no así las expectativas de la empresa. Efectivamente, el sorgo no es un alimento demandado por la población angolana y la mandioca tiene multitud de pequeños agricultores alrededor de las ciudades que la producen a precios más competitivos.

Por otra parte, en Angola no existe ningún fabricante de aceite para consumo humano. Todo el aceite que se consigue en el mercado, básicamente de maíz y soja, es de importación y, consecuentemente, los precios son elevados. Prácticamente el mismo al que se puede conseguir en los países desarrollados.

En este contexto, los promotores han realizado estudios de mercado y de viabilidad para producir aceite de girasol con resultados positivos, de manera que el proyecto agrícola de producir semillas de girasol en las 2.000 ha de la finca se enmarca en una estrategia empresarial de mayor calado.

3. OBJETIVO Y FINALIDAD

La empresa promotora del Proyecto pretende la producción de entre 2.000 a 3.000 t/año de semilla de girasol destinadas a la elaboración de aceite para atender la demanda interna de las Repúblicas de Angola y el Congo.

Consecuentemente, la finalidad de este documento consiste en el diseño funcional de un espacio que permita tanto el mantenimiento de los equipos agrícolas en un taller, como su protección de las inclemencias meteorológicas de la zona al objeto de alargar su vida útil.

4. CONDICIONANTES

4.1. CONDICIONANTES DEL PROMOTOR

Además de la solución constructiva, el promotor solicita el cálculo de la superficie del cobertizo necesaria para albergar la maquinaria requerida en las 2.000 ha de girasol. En este sentido, en el **Anejo-I** se justifica los equipos y el espacio necesario para su resguardo en el cobertizo diseñado.

El promotor solicita exclusivamente el diseño estructural de la nave, sin entrar en consideraciones de otros estudios perceptivos como podría ser el de Contra Incendios (DB-CI¹) o de Ahorro de Energía (DB-HE²) exigidos por la normativa española.

4.2. CONDICIONANTES LEGISLATIVOS

Se utiliza como normativa de referencia el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. Vigente en España considerando una ubicación en zona tropical sin riesgo de nevadas.

Instrucción de hormigón estructural: EHE-08. Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio.

4.3. CONDICIONANTES DEL MEDIO FÍSICOS

El promotor ha facilitado información relacionada con el clima y los tipos de suelo que se han resumido en el **Anejo-I**. Realmente son condicionantes que no afectan directamente al proyecto. Únicamente se han utilizado las características del suelo como criterio en la selección de la maquinaria agrícola y para estimar la **resistencia característica del suelo fijada en 0,2 N/mm²**.

De forma resumida se puede decir que **el suelo** donde se localizará la construcción, está bien drenado, sin presencia de capa freática; profundo, sin presencia de horizontes pétreos. Se trata de un suelo de origen coluvial de textura franco-arcillosa-limosa, sin problemas para la edificación.

El **clima** es tropical seco con temperaturas medias anuales de 24,8 °C y oscilaciones de máximas y mínimas anuales de 30,8 °C en marzo y 18,1°C en agosto respectivamente. En cuanto a la precipitación alcanza una media anual de 560 mm distribuidos principalmente en los meses de octubre a mayo.

4.4. COMUNICACIÓN Y SERVICIOS

Como se puede apreciar en el **Plano 1/7**, la parcela se comunica con la carretera que une Cuimba y Bamba a través de un camino rural de tierra de unos 200 m construido por el promotor. No tiene acceso a red eléctrica ni servicio de agua potable, de forma que la propuesta contempla el presupuesto para la dotación de un generador y un depósito elevado de agua de 2.000 L.

¹ Documento Básico SI- Seguridad en caso de Incendios

² Documento Básico HE de Ahorro de Energía

De igual forma, se presupuesta una red básica eléctrica (líneas de iluminación, enchufes, calentador ACS...) así como el diseño de una sala contigua al taller, donde se instalará un generador eléctrico.

El consumo eléctrico en iluminación, se ha intentado reducir al máximo introduciendo ventanas y placas translucidas en un 33% de la cubierta del taller.

4.5. NORMATIVA Y PROGRAMAS UTILIZADOS

Se ha utilizado como normativa de referencia el Código Técnico de la Edificación, mientras que el cálculo de los pórticos se ha realizado con el programa *WinEva 7*.

5. DIMENSIONADO DE LA CONSTRUCCIÓN

Para determinar la superficie de la estructura se ha analizado en el **Anejo I** las necesidades de maquinaria conjuntamente con su dimensionado. Los equipos considerados se relacionan seguidamente, mientras que el resultado de la distribución en planta se refleja en la **Figura-1**.

- Tractor de 215 CV, modelo 6215R.
- Tractor de 75 CV, modelo 5075E.
- Remolque JOSKIN, modelo SILO-SPACE 2.
- Remolque DRAKKAR-6600/23D150.
- Cosechadora John Deere, modelo S700.
- Fumigadora autopropulsada R4445H.
- Rodillo agrícola REX 12.
- Sembradora monograno-abonadora, modelo Optima Tfmaxi.
- Cultivador Turbo 6500T i-Tiller.
- Abonadora centrífuga DOBLE DISK S.
- Grada de discos GR-MRCHX630-53 y Qualidisc Pro.
- Subsolador, modelos SS5N y SS9-NS

6. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

6.1. DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

6.1.1. Seguridad estructural

Se han verificado las situaciones en las que, al ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple alguno de los requisitos estructurales por los cuales ha estado concebido (límites estructurales). Cuando se supera un determinado estado límite que comporta un riesgo para las personas se trata de un Estado Límite Último (ELU), mientras que, si solo afecta al confort de los usuarios, el correcto funcionamiento del edificio o la apariencia de la edificación se trata de un Estado Límite de Servicio (ELS).

6.1.2. Comprobación de los estados límite últimos

En todo elemento estructural se ha de verificar la estabilidad global del elemento y del conjunto. Además, se ha comprobado la resistencia de la estructura portante, elemento estructural, sección y punto o unión entre elementos.

6.1.3. Comprobación de los estados límite de servicio

En la edificación se ha comprobado que la flecha de las vigas sea inferior a 1/300 de su longitud y que el desplome no supere a 1/500 de su altura.

6.1.4. Acciones en la edificación (ES-AE)

Las acciones en la edificación se pueden separar en primer lugar, en acciones permanentes (G) y variables (Q). A continuación, se describe el método empleado para su determinación.

6.1.4.1. Acciones permanentes

La única acción que se tiene en cuenta es el peso propio de: la estructura, la cubierta y las correas de soporte.

El peso propio de la estructura corresponde generalmente a los elementos de acero laminado, pilares, vigas y viguetas.

6.1.4.2. Acciones variables

Las acciones variables se clasifican en: Sobrecarga de uso, sobrecarga de viento y sobrecarga de nieve. Su determinación se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Sobrecarga de Uso: La tabla 3.1 del DB SE-AE proporciona los valores característicos de las sobrecargas más corrientes en edificios.

En el caso de un taller/cobertizo, la sobrecarga de uso en la cubierta únicamente se dará en caso de mantenimiento. Es decir, un valor de 0,4 kN/mm².

- Acción debida al viento: La acción de viento se ha determinado siguiendo el procedimiento descrito en el DB SE-AE apartado 3.3.2 y anejo D, donde se presentan tablas desarrolladas de donde se obtienen los coeficientes necesarios para el cálculo de la presión estática sobre las paredes y cubiertas.

- Acciones térmicas: No se han considerado.
- Acciones debidas a la nieve: El valor de la carga de nieve se ha considerado nula al tratarse de una zona tropical.

6.1.5. Cimentación (ES-C)

6.1.5.1. Cimientos

Los cimientos consisten en zapatas unidas con vigas de atado con pilar centrado. En el **Plano 4.3/7**, se indican sus características constructivas.

En las zapatas, se han comprobado los siguientes estados límite últimos tal y como se describe en el DB SE-2 apartado 2.2.2.1.:

- hundimiento,
- deslizamiento y
- vuelco

6.1.6. Cumplimiento de la norma de construcción sismorresistente NCSR- 02

La construcción que se proyecta tiene una importancia moderada, por tanto, no es obligatorio la aplicación de la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSR-02).

6.1.7. Cumplimiento de la instrucción de hormigón estructural EHE

En cuanto a la capacidad estructural de los cimientos, se ha seguido la Instrucción EHE³ al efecto de asegurar que el hormigón armado soporta los esfuerzos que le transmite el pilar.

Las zapatas se trabarán con vigas de sección cuadrada de 40 x 40 cm².

6.1.8. Estructuras de acero (ES-A)

La estructura de la nave estará formada por pilares, vigas, viguetas y correas de acero de perfil IPE. Estas estructuras cumplen lo establecido en el DB SE-A.

6.1.9. Fábrica

Según el DB SE-F⁴, los cerramientos exteriores de la nave, se clasifican en la designación de humedad alta (IIb), esto se debe a que la humedad relativa presente en la zona, como se justifica en el **Anejo-I**, es del orden del 80% durante todo el año. De manera, que se utilizarán bloques de hormigón aligerados, cemento Portland CEM I con plastificante.

El análisis del comportamiento estructural de los muros, apartado 5 del DB SE-F, no se llevará a cabo puesto que no tienen función estructural.

³ https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/1820100.pdf

⁴ Documento Básico SE-F Seguridad estructural: Fábrica

6.2. DB SU SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN

6.2.1. Seguridad ante el riesgo de caídas

6.2.1.1. Resbaladidad de los suelos

La edificación se considera de uso restringido, por tanto, no se aplican los límites de resbaladidad de los suelos.

6.2.1.2. Discontinuidades en el pavimento

Dado que la edificación se puede considerar de uso restringido, no es obligatorio aplicar medidas para limitar el riesgo de caídas como consecuencia de tropiezos.

6.2.1.3. Escaleras y rampas

Dado que la edificación se puede considerar de uso restringido, queda exenta de los condicionantes del diseño del DB-SUA.

6.2.2. Seguridad ante el riesgo de impacto o atrapamiento

6.2.2.1. Impacto

La altura libre de paso en zonas de circulación será superior a 2,1 m, que es el mínimo fijado en el DB-SUA sección SUA 2, para zonas de uso restringido, como corresponde a la edificación de la nave.

6.2.2.2. Atrapamiento

No afecta al proyecto.

6.2.3. Seguridad ante el riesgo de atrapamiento en recintos

No hay puertas con dispositivo de bloqueo desde el interior.

6.2.4. Seguridad ante el riesgo causado por vehículos en movimiento

No afecta al proyecto.

6.2.5. Seguridad ante el riesgo causado por la acción del rayo

Se presupone la instalación de un pararrayos.

6.3. DB HS SALUBRIDAD

6.3.1.1. Muros

No afecta, dado que los muros de la estructura no estarán en contacto con el terreno y, consecuentemente, no se prevén problemas de humedad en los cerramientos.

6.3.1.2. Fachadas

Atendiendo a la adaptación del CTE a las condiciones del proyecto en Angola, se ha considerado una zona similar a las Islas Canarias.

En este sentido, (i) para una zona pluviométrica de media IV, (ii) grado de exposición al viento V2 puesto que el edificio tiene una altura inferior a 15 m, (iii) situación en zona eólica C y (iv) terreno de tipo III (Clasificado como E0), el grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas para satisfacer las exigencias del DB HS⁵ apartado 2.3.1. es 3.

Se consigue grado 3 mediante una solución,

R1+B1+C1

Donde,

R1: El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se conseguirá mediante un enfoscado de mortero hidrófugo de 10 mm.

B1: Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se considera que los huecos del cerramiento con bloque de hormigón cubren esta necesidad.

C1: Debe utilizarse al menos una hoja principal de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural. Los muros de bloque de hormigón contemplados en la propuesta son de 20 cm de espesor.

6.3.1.3. Cubiertas

No se identifica ambientes agresivos.

6.4. DB HE AHORRO DE ENERGÍA

No se desarrolla por consideraciones del promotor.

Afectaría a la DE-HE 4⁶ de forma que la demanda de ACS⁷ se cubriera con paneles térmicos solares. Es claro que esta exigencia normativa no afecta a Angola y que su incumplimiento se puede justificar por la falta de empresas solventes cualificadas en el montaje y mantenimiento de la instalación térmica.

6.5. DB SI SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO

No se desarrolla por consideraciones del promotor.

El proyecto estaría afectado en la zona de taller en lo referente a las dimensiones mínimas de las puertas, cumpliendo sobradamente con las diseñadas.

A efectos de clasificación del riesgo y medidas activas y pasivas, la zona de taller es afectada por el Reglamento de Seguridad Contra incendios en los establecimientos Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre de 201).

⁵ <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>

⁶ Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

⁷ Agua Caliente Sanitaria

7. OBRAS

7.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

La superficie ocupada por la nave será de 607,5 m², este valor se ha mayorado 1,5 veces sobre la superficie construida para estimar las necesidades de desbroce del terreno y de la zona de actuación en lo que a movimiento de tierra se refiere.

Se realizará un capaceo de los primeros 20 cm al efecto de eliminar la capa vegetal de la zona ocupada por la obra. Seguidamente se nivelará el terreno con medios mecánicos para después proceder a excavar las zanjas de cimentación.

Las tierras resultantes del desbroce y de las excavaciones se aplicarán en campo de cultivo de la propia finca. Por último, se compactará la explanada generada hasta el 90% PM.

7.2. CIMENTACIÓN

La cimentación de los pilares se realizará mediante zapatas de hormigón de dimensiones 200 x 150 x 80 cm³ ligadas mediante vigas de atado. Se utilizará un hormigón HA-25/20/P/IIb armado con barras corrugadas de Ø12mm en disposición indicada en el **Plano 4.2/7**. Las vigas de atado serán de 40 x 40 cm² con armadura principal formada por 4 barras de Ø12 mm y cercos cada 30 cm con corrugados de Ø8. En contacto con el suelo se dispondrá de una capa de 10cm de hormigón de limpieza.

En el **Anejo VI**, se justifica el dimensionado de las zapatas.

7.3. PLACAS DE ANCLAJE

La unión del pilar a la zapata, se realizará mediante una placa de anclaje de acero laminado S-275JR de 50 x 30 cm² y 25 mm de espesor, nivelada con mortero sin retracción y anclada a la zapata por medio de pernos de 60cm de longitud de Ø20 mm acabados en gancho. En el **Anejo V** se justifica el cálculo y en el **Plano 4.2/7** se muestran los detalles constructivos.

7.4. ESTRUCTURA DE LOS PÓRTICOS

La estructura será de acero S-275JR, formado por 9 pórticos con una separación de 5 m entre ellos. Los pilares de los pórticos serán IPE-300 de 5 y 4 m formando una pendiente a un agua del 10%. Los dinteles estarán formados por vigas IPE-270. Las correas serán IPE-120 y tendrán una distancia de separación de 1,25 m.

Todos los elementos metálicos estarán protegidos por una capa de minio y dos capas de 45 micras de esmalte sintético de color a decidir por la propiedad.

En los **Planos 7/7** se muestra la distribución de los elementos estructurales, calculados y justificados en el **Anejo IV**.

7.5. CUBIERTA

La cubierta de la nave está diseñada a un agua con una pendiente del 10% y formada por correas IPE-120, separadas 1,25 m sobre las que descansarán los cerramientos.

El cerramiento se soluciona en la zona de taller mediante paneles tipo sándwich de chapa de acero prelacado de 0,5 mm y un alma aislante de lana de roca de 30 mm. La propuesta considera la colocación de placas translúcidas planas de policarbonato en el 33% de la superficie de la cubierta.

El cerramiento de cubierta del cobertizo de maquinaria será de chapa perfilada de acero galvanizado prelacado de 0,6 mm.

El color de la cubierta que se propone es el verde navarro o a decidir por la propiedad. El **Plano 6/7**, ilustra la disposición de correas y de los elementos de cerramiento.

7.6. SOLERAS

La solera se ejecutará sobre una base de zahorras de 15 cm compactadas al 90% del Proctor Modificado. Consistirá en 20 cm de hormigón armado HA-25/20/P/IIb con malla electrosoldada de #20 Ø5 mm. Dispondrá de una pendiente del 2% en dirección a un imbornal sifónico localizado aproximadamente en el centro del taller. El **Plano 7.1/7** recoge las características constructivas.

El suelo del cobertizo estará formado por un enchachado de grava de 15 cm de espesor, mediante relleno de gravas de 5 mm de diámetro.

7.7. CERRAMIENTOS LATERALES DEL TALLER

Los cerramientos del taller consistirán en bloques de hormigón de 40 x 20 x 10 cm³ enfoscados a ambas caras con una capa de 10 mm de mortero hidrófugo. Cada cinco hiladas de bloques se dispondrá una celosía plana tipo *tendel* soldadas a los pilares de los pórticos, tal como se indica en el **Plano 7.1/7**.

7.8. CARPINTERÍA

La nave dispondrá de una puerta de garaje seccional de 4,00 m de ancho por 3,75 m de altura de acero galvanizado prelacado y contará con puerta de acceso peatonal integrada de 0,8 x 2 m², situada en la fachada Sur, tal y como se detalla en el **Plano 7.1/7**.

Las ventanas serán de perfilaría metálica con las dimensiones y ubicación indicadas en el **Plano 7.1/7**.

7.9. INSTALACIONES

La definición de las instalaciones se realiza a nivel básico y están reflejadas en el **Plano 5/7**.

Iluminación

Se propone la instalación de 4 tipos de lámparas.

- El modelo pantalla empotrada de lámparas fluorescentes 4 x 18 W con difusor se instalará en la oficina.
- Para la iluminación del resto de la nave se han seleccionado fluorescentes lineales. En el taller y el vestuario se propone el modelo estanco IP-55 de 2 x 58 W.
- En lavabos y vestuarios se considera la instalación de fluorescentes IP-55 de 1 x 58 W.
- El alumbrado de emergencia se soluciona con lámparas de 350 lúmenes distribuidas según se indica en el **Plano 5/7**.

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica se distribuirá en bandejas tipo rejiband tanto por el taller como por el resto de las estancias cerradas que configuran la construcción.

Se propone cableado tipo RV-0,6/1 kV distribuido a partir de un Cuadro Eléctrico de Distribución alimentado por el generador que deberá calcularse en el momento de conocer la demanda eléctrica del taller.

Lavabos y vestuarios contarán enchufes tipo schuko, mientras que en el taller mecánico se propone la instalación de bases autónomas con enchufes monofásicos tipo schuko y trifásicos tipo cetac.

Fontanería

El suministro de agua está previsto que se realice mediante un depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 2.000 L de capacidad, elevado a 7 m de altura mediante una estructura que no ha sido definida en este proyecto. Esta altura garantizará una presión suficiente para que el caudal se mantenga en niveles convenientes en toda la red y en el calentador ACS.

La distribución de agua caliente y fría se realizará a través de tuberías de polietileno reticulado de 16 mm de diámetro interior y 2 mm de espesor.

Saneamiento

El sistema de saneamiento de la nave está conformado por una tubería de PVC sanitario de DN 125 que discurre entre un imbornal sifónico de fundición de 43 x 23 cm² localizado en el centro del taller hasta una futura fosa séptica que deberá construirse no muy alejada de la nave.

En el recorrido de la tubería se localizan dos arquetas de registro a las que desaguarán los distintos aparatos sanitarios de los lavabos.

7.10. LAVABOS, VESTUARIOS Y OFICINA

La solución de los cerramientos de estos espacios se realizará mediante bloques de hormigón visto de 40 x 20 x 10 cm³. La cubierta de esta zona estará constituida por placas tipo pladur cogidas a un armazón metálico suspendido del techo de la nave.

El lavabo está dotado de dos picas, una ducha y un retrete. La superficie total es de 5,2 m².

El vestuario, dispone de doble acceso, desde el lavabo y el taller. Su superficie es de 3,8 m² y está acondicionado con un banco y tres taquillas de uso individual.

La oficina es un espacio de 6,2 m² que permite ubicar diverso mobiliario de oficina.

7.11. SALA DE GENERADOR ELÉCTRICO

El abastecimiento eléctrico se garantizará mediante un grupo generador. A los efectos se ha dispuesto de un espacio adyacente a la nave en su fachada Oeste de 4,35 x 2,70 m². El acceso se realizará mediante una puerta abatible de doble hoja de acero galvanizado prelacada de 2100 x 1200 mm².

Los cerramientos serán de bloques de hormigón de 40 x 20 x 20 cm³, asentados sobre vigas de cimentación corridas de las mismas dimensiones y características constructivas que las vigas de atado de la cimentación principal de la nave.

El cerramiento superior, al igual que el cobertizo, será de chapa de acero prelacado de 0,6 mm de grosor.

La solera de la sala del generador eléctrico tendrá las mismas características que la solera del taller mecánico.

8. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto del proyecto se ha calculado con bases de precios comerciales e institucionales de ejecución material en España, a los que se les ha añadido un 30% en concepto de costes indirectos y sobrecoste en Angola. La **Tabla-1** resume la justificación del Documento de Presupuestos.

Tabla-1. Resumen del presupuesto por capítulos.

Resumen de presupuesto	
Capítulo	Importe (€)
1 Movimiento de tierras	8.812,43 €
2 Hormigones y armaduras	17.810,95 €
3 Estructura	32.137,52 €
4 Saneamiento	7.457,54 €
5 Cubierta	8.788,74 €
6 Carpintería y ferretería	6.604,11 €
7 Instalación eléctrica	10.655,70 €
8 Fontanería	7.856,84 €
9 Seguridad y salud (2 % s/total)	2.002,48 €
Presupuesto de ejecución material (PEM)	102.126,31 €
Gastos indirectos ejecución en Angola (30%)	30.637,89 €
Gastos generales (20%)	26.552,84 €
IVA (14%)	22.304,39 €
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	181.621,42 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y UN MIL SEISCIENTOS VEINTIUNO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS (181.621,42 €).

Castelldefels,

Julio, 2020

El Estudiante: Felipe Garre Anguera de Sojo

ANEJO I:

**INFORMACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y DIMENSIONADO DE LA
NAVE**

ÍNDICE ANEJO I: Información del medio físico y dimensionado de la nave

1.	OBJETO	3
2.	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO	3
3.	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO	6
4.	PRINCIPALES OPERACIONES CULTURALES	6
5.	CALENDARIO DE ACTIVIDADES	13
6.	NECESIDADES DE MAQUINARIA	15
7.	DIMENSIONADO Y JUSTIFICACIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL	18
8.	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	19

1. OBJETO

Es objeto de este anejo justificar las dimensiones que debe tener un cobertizo para albergar la maquinaria agrícola necesaria en una finca de 2.000 ha útiles destinada al monocultivo de girasol en secano.

Como se muestra en el **Plano-1/7**, la finca se localiza en la provincia del Zaire, al norte de Angola y a unos 20 km de la República del Congo.

2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

Clima

La caracterización del **Clima** se realiza en base a estimaciones de FAO e información facilitada por del *MINAGRI (Ministerio de agricultura de Angola)* con los datos resumidos en la **Tabla-1**.

El clima es **tropical seco** con una estación sin apenas lluvias que se extiende desde junio hasta octubre. En la **Figura-1**, se aprecia como la evolución de las temperaturas a lo largo del año es insignificante, variando 5 grados del mes más frío al más caluroso.

Tabla-1. Estimación de datos climatológicos FAO.

Month	Prc.		Prc. cv	Wet days	Tmp.			Grnd Frost days	Rel. hum.		Wind Sun (2m) m/s	ETo mm/m	ETo mm/d
	Prc. mm/m	Prc. mm/d			%	mean °C	max. °C		min. °C	%			
Jan	43.0	1.4	117.1	3.2	26.4	29.8	23.1	0.0	79.8	50.5	1.6	130.2	4.2
Feb	70.5	2.5	96.7	4.1	27.0	30.5	23.6	0.0	78.8	56.4	1.6	126.0	4.5
Mar	111.9	3.6	79.2	7.5	27.2	30.8	23.7	0.0	79.6	52.2	1.5	130.2	4.2
Apr	142.8	4.8	64.6	9.3	26.9	30.4	23.4	0.0	82.3	52.6	1.3	114.0	3.8
May	29.8	1.0	120.9	2.7	25.9	29.3	22.6	0.0	81.4	57.0	1.3	111.6	3.6
Jun	0.4	0.0	314.0	0.0	23.2	26.8	19.7	0.0	80.4	61.5	1.4	99.0	3.3
Jul	0.7	0.0	235.4	0.0	21.4	24.8	18.1	0.0	81.3	46.4	1.3	86.8	2.8
Aug	0.8	0.0	226.8	0.8	21.4	24.7	18.1	0.0	82.0	38.5	1.4	86.8	2.8
Sep	4.4	0.1	155.3	1.3	22.9	26.1	19.7	0.0	81.2	36.6	1.5	96.0	3.2
Oct	24.9	0.8	96.8	3.3	24.6	27.7	21.6	0.0	80.4	38.0	1.7	111.6	3.6
Nov	74.8	2.5	93.3	4.9	25.7	28.9	22.6	0.0	80.6	47.0	1.7	120.0	4.0
Dec	56.2	1.8	115.6	4.5	25.9	29.0	22.8	0.0	80.4	47.7	1.5	124.0	4.0
Total	560.2											1 336.2	

Donde,

Prc Precipitación

Tmp Temperatura

ETo Evapotranspiración

Grnd Suelo

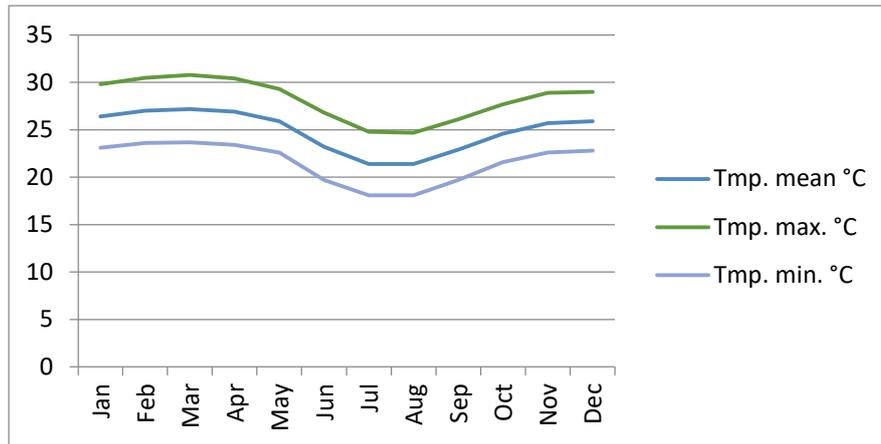


Figura-1. Diagrama de temperaturas.

La **Humedad relativa** alcanza el 80% durante la mayoría de meses del año, de manera que la lucha contra plaga y enfermedades será una labor constante.

La **precipitación** alcanza una media anual de 560 mm distribuida, como se aprecia en la **Figura-2**, principalmente en los meses de octubre a mayo.

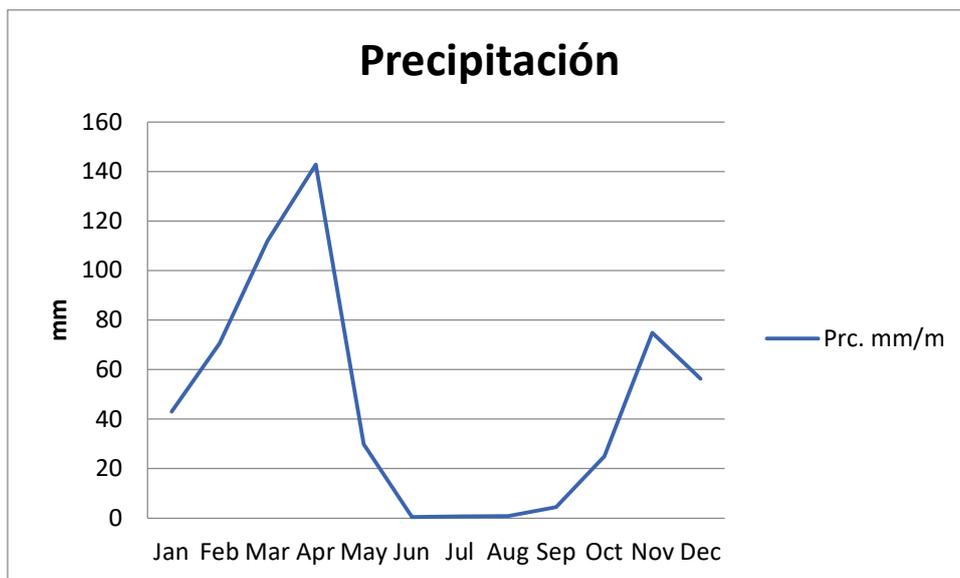


Figura-2. Diagrama de precipitación.

Suelos

Por la información facilitada por el promotor, se determina que hay **dos tipos de suelo** según su situación fisiográfica:

Suelos aluviales, localizados en los márgenes de antiguos cauces y otros cursos de agua intermitente y suelos coluviales, que conforman el resto del terreno.

Los suelos aluviales: son profundos, fértiles, altamente productivos, sin pedregosidad, sin apenas pendiente y de textura franco-arcillo-limosa.

El resto del terreno, son suelos coluviales. De textura franco-arenosa. En algunas zonas su profundidad es limitada, aspecto que imposibilita el movimiento de tierra, pero no la práctica agrícola.

La pedregosidad no es relevante en el horizonte agrícola y no tiene limitaciones de drenaje. La pendiente es variable, hay perfiles de pendiente irregular a muy irregular.

El pH en toda la superficie es moderadamente básico, entre 7,62 y 7,85.

El análisis de los condicionantes climáticos y edáficos, acreditan que el terreno es apto para la producción de girasol.

3. CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

La obra se localizará en suelos de origen coluvial con una textura franco arenoso. Se considera una **capacidad portante de 0,2 N/mm²**.

4. PRINCIPALES OPERACIONES CULTURALES

Las operaciones culturales que se llevarán a cabo son las siguientes:

1. Labor profunda del suelo.
2. Gradeo.
3. Pase del cultivador.
4. Incorporación de abono
5. Pase de rodillo

6. Siembra y aporte de abono siembra

7. Tratamiento herbicida en pre emergencia temprana

8. Recolección

Descripción de las actividades y la maquinaria empleada.

La **labor profunda**, esta tarea solo se realizará en el caso de identificarse suelas de labor o compactación. Se estima que su ejecución será necesaria aproximadamente cada dos/tres años en los suelos de origen aluvial. Es la actividad agraria que más horas de trabajo va a necesitar para realizarse. Es por este motivo, por el cual la realizaremos con dos subsoladores, uno que será el modelo *SS9-NS* para el tractor *6215R* de 215 CV, como el que se observa en la **Imagen-1**, y el otro que será más pequeño, modelo *SS5N* que será arrastrado por el tractor *5075E* de 75 CV. El subsolador llevará a cabo la fisuración del suelo rompiendo las capas compactas sin que se produzca la inversión del perfil. La labor será profunda ya que el girasol es muy sensible a la compactación y lleva a cabo un gran desarrollo en profundidad del sistema radicular en suelos bien estructurados, ya que posee una raíz principal pivotante.



Imagen-1. Subsolador modelo *SS9-NS*.

Posteriormente pasados mes y medio aproximadamente realizaremos **el gradeo**, actividad también con elevadas horas de trabajo. La grada de discos *Qualidisc Pro*, tal y como se muestra en la **Imagen-2**, será arrastrada por el tractor *6215R* de 215 CV y la *GR-MRCHX630-53* por el tractor *5075E* de 75 CV. El gradeo realiza un desplazamiento lateral de los discos situados verticalmente, que tiene un efecto destructor de los terrones y de la vegetación adventicia. Provocando, por tanto, el nivelado y asentado del suelo.



Imagen-2. Grada de discos *Qualidisc Pro*.

Luego transcurrido un mes y medio pasaremos **el cultivador de brazos**, *Turbo 6500T i-Tiller*. Se trata de una operación cuyo principal objetivo es realizar una escarda mecánica y preparar el lecho de siembra.



Imagen-3. Cultivador de brazos modelo Turbo T-8000 i-Tiller.

En el siguiente mes realizaremos cuatro actividades: la incorporación del abono, el pase del rodillo, la siembra-abonado y la aplicación de herbicida de preemergencia.

La incorporación de abono se realizará a través de la abonadora centrífuga *DOBLE DISK S*, que aparece en la **Imagen-4**, que se encuentra a continuación. Su capacidad de trabajo es muy superior a las abonadoras por gravedad. Por otro lado, el abono disponible en Angola es sólido, de manera que esto nos inhabilita la posibilidad de incorporarlo a través de abonadoras para fertilizantes líquidos.



Imagen-4. Abonadora centrífuga *DOBLE DISK S*,

Después de esta incorporación de abono **pasaremos el rodillo REX12**, se encuentra representado en la **Imagen-5**. Tiene doce metros de anchura de trabajo y se utilizará para homogenizar y compactar el terreno. Hemos elegido este rodillo ya que, al ser la pendiente de nuestra parcela muy variable, y para el tractor de 220 CV es preferible no apurar su capacidad con uno de 16m, que es lo máximo que podría arrastrar.



Imagen-5. Rodillo *REX12*

Seguidamente, en este mismo mes se realiza **la siembra**, a través de la sembradora monograno-abonadora modelo *Optima tf-maxi*. Se efectúa este tipo de siembra, ya que interesa que el modelo

utilizado garantice precisión en el marco de plantación y profundidad de siembra, para obtener un máximo rendimiento.



Imagen-6. Sembradora monogramo-abonadora *modelo Optima tf-maxi*.

No se puede observar con claridad en la imagen, pero en la parte delantera del tractor hay un recipiente que carga con el abono que se dosifica en forma de microgránulos.

Por último, en este mismo mes realizaremos la **aplicación del herbicida** preemergencia con la fumigadora autopropulsada, modelo R4445H, tal y como se muestra en la **Imagen-7**.



Imagen-7. Modelo de la fumigadora autopropulsada R4030.

A los cinco meses de la siembra, realizamos **la cosecha**. Utilizaremos una cosechadora John Deere S700, de aspecto similar al que se muestra a continuación. Tiene doce metros de anchura de trabajo, ideal para cosechar las 1500 hectáreas en un total de 16 días.



Imagen-8. Cosechadora John Deere S700

Finalmente transportaremos en el remolque *Joskin SILO-SPACE 2*, el producto final al punto de venta. La especificidad de este remolque es su gran capacidad, hasta 59 m³.



Imagen-9. Remolque *Joskin SILO-SPACE 2*.

Los tractores que se utilizarán para llevar a cabo el proceso productivo serán ambos de la marca comercial John Deere. Los modelos serán 6215R y 5075E de 215 CV y 75 CV respectivamente.



Imagen-10. Tractor modelo 6215R.



Imagen-11. Tractor modelo 5075E.

5. CALENDARIO DE ACTIVIDADES

La **Figura-3** muestra la duración de cada labor de cultivo y su distribución temporal a lo largo del año. Las operaciones anuales más exigentes en intervalo de tiempo son: el pase del gradeo y el pase del cultivador.

Actividades (duración)	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Tratamientos fitosanitarios	■				■				■				■				■																																			
Pase del cultivador / Herbicida	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																
Recolección (16 días)																	■	■	■	■	■	■	■	■																												
Transporte a punto de venta																				■																																
Labor profunda (48 días)																					■	■	■	■	■	■	■	■																								
Gradeo (38 días)																													■	■	■	■	■	■	■	■																
Pase de cultivador (25 días)																																					■	■	■	■	■	■	■	■								
Incorporación de abono (7 días)																																																				
Pase del rodillo (18 días)																																																				
Siembra y aporte de abono de siembra (13 días)																																																				
Tratamiento herbicida en pre o postemergencia temprana (10 días)																																																				

Figura-3. Calendario de actividades.

Las actividades marcadas en verde se realizarán anualmente, mientras que las que están resaltadas en ocre se ejecutarán puntualmente en aquellas zonas donde se identifique; o bien suela de labor o compactación del terreno en el caso de la labor profunda, o bien plagas y enfermedades en el caso de los tratamientos fitosanitarios.

El paso del cultivador que se efectuará cuando el cultivo esté en crecimiento, se realizará entre líneas.

La longitud del ciclo del girasol depende, como en casi todas las especies vegetales, de la variedad que se cultiva. Sin embargo, podemos definir que generalmente, su ciclo es de 6 meses.

Al analizar la **Tabla-1** y la **Figura-2**, donde se muestran las temperaturas y precipitaciones medias anuales, se ha considerado que el momento óptimo para la siembra es a finales de noviembre principio de diciembre. Ya que, de esta manera, el cultivo madurará y florecerá durante los meses de mayor precipitación, que es cuando sus necesidades hídricas son máximas, y, por otro lado, tendrá al final de su ciclo, una temporada de temperaturas más suaves y mayor sequedad.

6. Necesidades de maquinaria

Las **Tablas-2** y **3** muestran las principales características de los equipos seleccionados.

Tabla-2. Necesidades de maquinaria y su caracterización.

Tipo de apero	Subsolador (55 días)	Subsolador (55 días)	Grada de discos (45 días)	Grada de discos (45 días)	Abonadora centrífuga	Cultivador (30 días)	Sembradora monogramo-abonaodra	Rodillo agrícola
Velocidad de avance (Km/h)	6	6	5	5	10	12	12	9
Anchura de trabajo (m)	4,2	2,2	7	3	28	6,18	12	12
Total ha	980	520	1050	450	1500	1500	1500	1500
Capacidad de trabajo (ha/h)	2,268	1,188	3,15	1,35	25,2	6,6744	12,96	9,72
Horas de trabajo necesarias	432,10	437,71	333,33	333,33	59,52	224,74	115,74	154,32
Días de trabajo (9h por día)	48,01	48,63	37,04	37,04	6,61	24,97	12,86	17,15
Precio (€)			20.000	20.000	6.000	10.000	48.000	22.650
Potencia (CV) o Potencia requerida	200	75	200	200	200	200	200	200
Precio gasoil (€)	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
Rendimiento	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Modelo	SS9-NS	SS5N	Qualidisc Pro	GR - MRCHX630-53	DOBLE DISK S	Turbo 6500T i-Tiller	Optima Tfmaxi	REX 12
Dimensionado cuando se aparca (AxLxh)	3x1,730x1,750	3x1x1,751	2,75x2x1	2,5x2x1	1,450x2,610x1,465	3x3,5x0,69	3x7x2,95	3x8x2,25
Ancho (mm)	3.000	3.000	2.750	2.750	1.450	3.000	3.000	3.000
Longitud (mm)	1.730	1.751	2.000	2.000	2.610	4.000	7.000	8.000
Altura (mm)	1.750	1.750	1000	1000	1.465	690	2950	2.250

Tabla-3. Necesidades de maquinaria y su caracterización.

Tipo de apero	Fumigadora autopropulsada	Cosechadora	Remolque	Remolque	Tractor	Tractor
Velocidad de avance (Km/h)	10	9				
Anchura de trabajo (m)	20	12				
Total ha	1500	1500				
Capacidad de trabajo (ha/h)	18	9,72				
Horas de trabajo necesarias	83,33	154,32				
Días de trabajo (9h por día)	9,26	15,43				
Precio (€)	250.000	400.000	30.000	30.000	180.000	45.000
Potencia (CV) o Potencia requerida		200			215	75
Precio gasoil (€)	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291	0,291
Rendimiento	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Modelo	R4445H	S700	DRAKKAR-6600/23D150	JOSKIN: SILO-SPACE 2	6215R	5075E
Dimensionado cuando se aparca (AxLxh)	2.35x3x2,45	3,49x7,9x2,80	2,38x8x3	2,38x10x3,78	2.490x4.930x2,950	2.15x3.640x2.3
Ancho (mm)	2.350	3.490	2.380	2.380	2.490	2.150
Longitud (mm)	3.000	7.900	8.000	10.000	4.930	3.640
Altura (mm)	2.450	2.800	3.000	2.280	2.950	2.300

Para la selección de los modelos se ha consultado con: la casa Kverneland, la empresa Vicens Maquinaria Agrícola S. A. y la empresa VILA maquinaria agrícola (Vigerm SL).

7. DIMENSIONADO Y JUSTIFICACIÓN DE LA TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

La nave que hemos utilizado es una estructura de un agua compuesta por dos pilares y una viga. Se ha elegido esta estructura de un agua puesto que presenta menor dificultad ejecutiva frente a las de dos aguas.

Las dimensiones del pórtico principal serán las siguientes:

Pilar₁: 5 m

Pilar₂: 4 m

Viga: 10,05 m

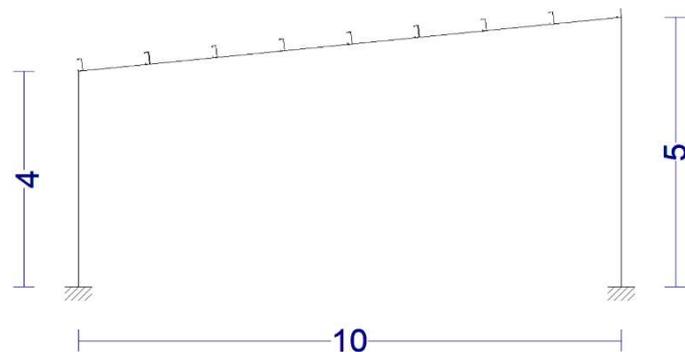


Figura-4. Dimensión pórtico principal

La estructura estará formada por 9 pórticos. Su separación de 5 m, de manera que la superficie total esperada es de 400 m². En esta estructura se distinguen dos espacios: El cobertizo y el taller.

El cobertizo de la maquinaria será tipo marquesina, sin cerramientos, con acceso por ambos laterales, según se indica en a **Figura-4**. Atendiendo a las necesidades de la maquinaria, serán necesarios 6 pórticos a los que se añadirá un séptimo con la intención de disponer de cierta holgura de espacio. Las dimensiones definitivas serán de 300 m².

El taller estará formado por 3 pórticos cerrados (uno de ellos compartido por el cobertizo) con unas dimensiones de 100 m². Se localizará, lógicamente a continuación del cobertizo de maquinaria según se aprecia en la **Figura-5**.

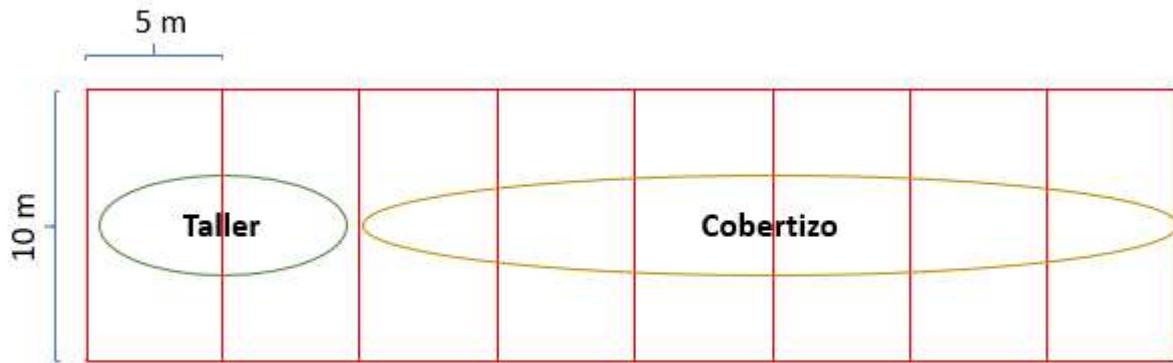


Figura-5. Dimensiones en planta del conjunto de la construcción.

La altura, como ya se ha explicado, es de 4 m en la zona más baja y 5 m en la parte superior. Se consideran estas alturas en función de las dimensiones de la maquinaria. Como se puede apreciar en la **Tabla-2**, el remolque, la sembradora monograno-abonadora y el tractor *6215R* son los elementos que presentan mayor altura, y ninguno de ellos supera los 3 m.

8. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

En la **Figura-6**, se observa la organización de la maquinaria en el cobertizo. Los diferentes bloques representan la maquinaria descrita anteriormente.

Su dimensionado se obtiene de la **Tabla-2**. Podemos percibir que el área comprendida entre los dos últimos pórticos está despejada. Esto se debe, como ya hemos comentado, a que se ha preferido disponer de cierta holgura de espacio teniendo en cuenta la posibilidad de que en un futuro se añadan nuevas maquinarias o ampliaciones.

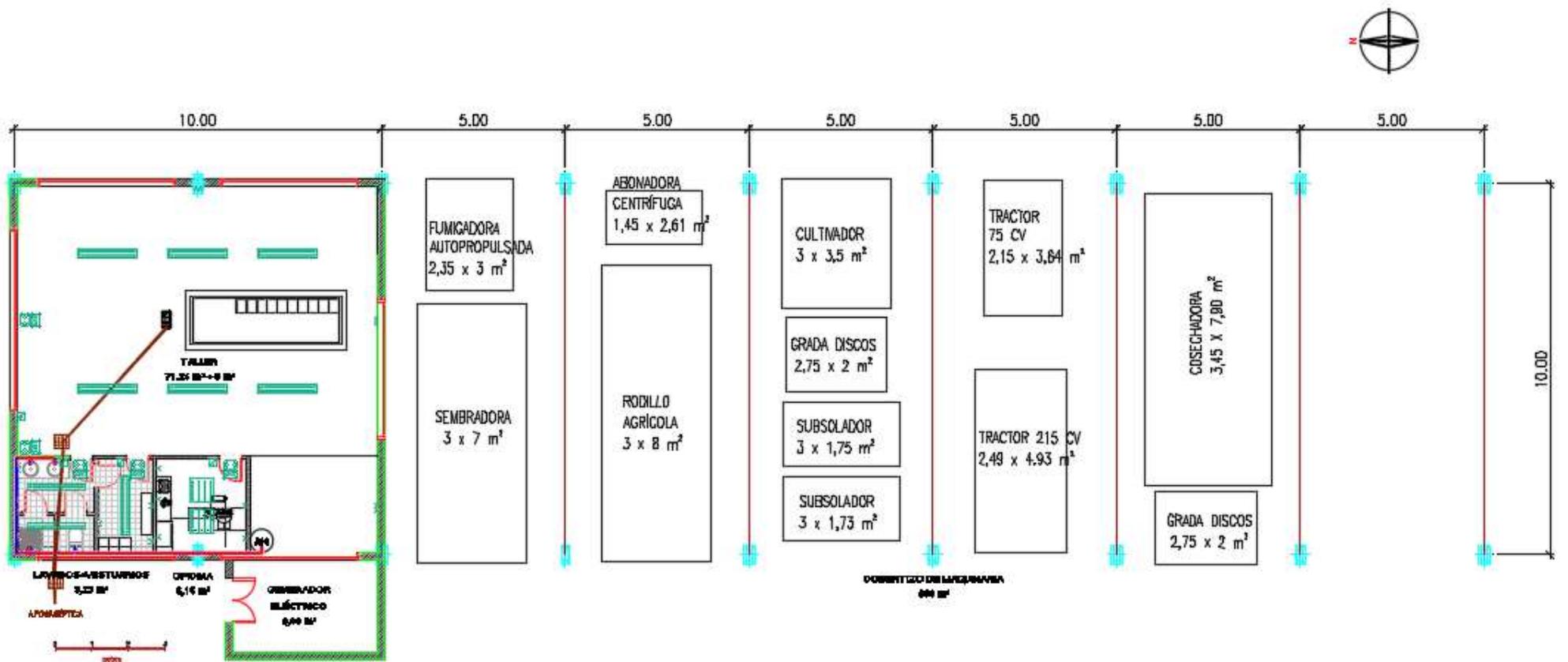


Figura-6. Distribución de la nave en planta.

ANEJO II:
CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

ÍNDICE ANEJO II: Cálculos constructivos

1. OBJETO	3
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO	3
3. ESTADO DE CARGAS	3
3.1. ACCIONES CONSTANTES	3
3.2. ACCIONES VARIABLES	4
3.2.1. SOBRECARGA DE USO	4
3.2.2. SOBRECARGA DE NIEVE	4
3.2.3. SOBRECARGA DE VIENTO	4
3.3. RESUMEN DE CARGAS Y TRANSMISIÓN DE ACCIONES	11
4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO	12
5. ACCIONES COMBINADAS	15
6. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA	16
6.1. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	16
6.1.1. VALORES OBTENIDOS: DEFORMACIONES Y DESPLOMES	16
6.1.2. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS	19
6.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO	21
6.2.1. VALORES DE LOS ESFUERZOS	21
6.2.2. COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS BARRAS	30

1. OBJETO

El objeto de este primer anejo es justificar los cálculos constructivos de los diferentes elementos estructurales que conforman la nave.

La nave se configura en dos tipos de estructuras: El cobertizo y el taller.

Las diferentes imágenes que aparecen las hemos obtenido del Documento Básico SE-AE, Seguridad Estructural Acciones en la Edificación y del CTE, Código Técnico de la Edificación.

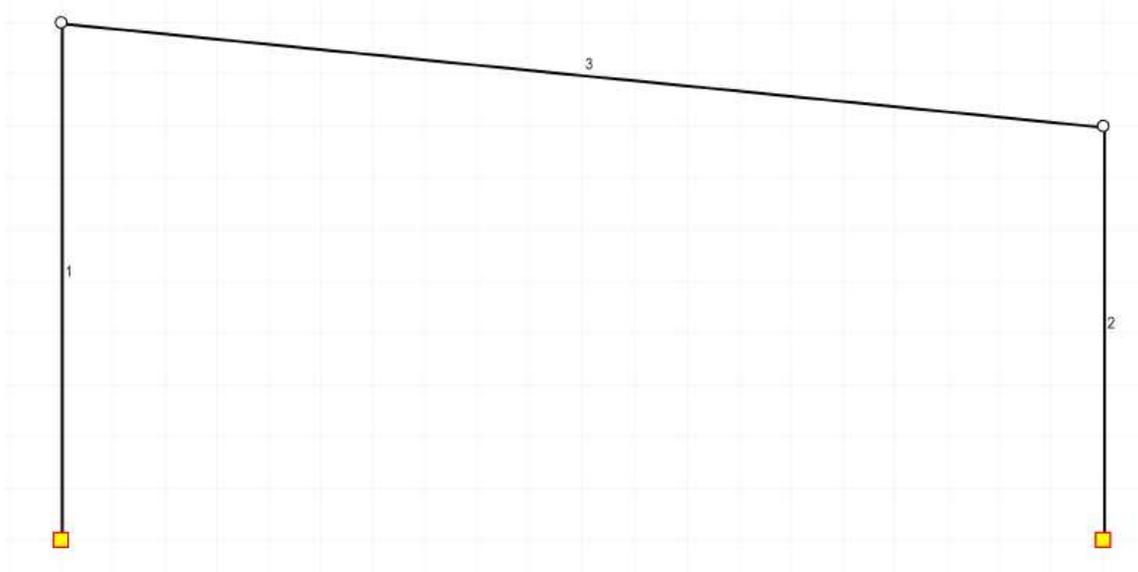
Se ha calculado el pórtico más desfavorable que es el central del taller y los resultados se replican en el resto, pensando en futuras ampliaciones.

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de las cargas se han utilizado hojas de cálculo Excel.

Para el cálculo de las deformaciones, esfuerzos y tensiones se ha utilizado el software *WinEva* 7.

La figura siguiente indica la disposición de las barras y la solución finalmente adoptada.



3. ESTADO DE CARGAS

3.1. ACCIONES CONSTANTES

Taller:

Panel sándwich de 50 mm de grosor y chapas de 0,5 mm con una carga equivalente de 0,15 kN/m².

Correas de soporte, con luces y otros elementos con una carga de 0,15 kN/m².

Cobertizo:

Chapa de acero prelacado de 0,6mm de espesor con una carga de 0,06 kN/m².

Correas de soporte, con luces y otros elementos con una carga de 0,15 kN/m².

3.2. ACCIONES VARIABLES

3.2.1. SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso, tanto en el taller como en el cobertizo, la obtenemos de la **Tabla-1** del DB-SE-AE. La nave está incluida en la categoría de uso G y en la subcategoría de uso G1, cubiertas ligeras sobre correas sin forjado. La sobrecarga de uso es una carga uniforme de 0,4 kN/m².

Tabla-1. Valores característicos de las sobrecargas de uso.

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

3.2.2. SOBRECARGA DE NIEVE

La hemos considerado nula, ya que la nave se encuentra situada en zona tropical, donde la probabilidad de que nieve es inconcebible.

3.2.3. SOBRECARGA DE VIENTO

La acción de viento, es en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde,

q_b La presión dinámica del viento.

c_e El coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

c_p El coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Determinación de la presión dinámica (q_b):

La presión dinámica del viento se ha estimado en la zona C, que son las Islas Canarias. El valor de esta es 0,52 kN/m², puede comprobarse su valor en la **Imagen-1**.



Imagen-1. Valores característicos de la presión dinámica del viento.

Determinación del Coeficiente de exposición (C_e):

El coeficiente de exposición lo hemos aproximado en 2,4.

El grado de aspereza del entorno donde se construirá la nave es de tipo II. Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia. La altura del punto considerado es de 5 m.

Tabla-2. Valores del coeficiente de exposición.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Determinación del coeficiente eólico (C_p):

En naves y construcciones diáfnas, sin forjados que conectan las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior. Cuando en al menos dos de los lados del edificio (fachadas o cubiertas) el área total de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o una pared libre.

A efectos del cálculo de la estructura, del lado de la seguridad se podrá utilizar la resultante en cada plano de fachada o cubierta de los valores del Anejo D.3 del DBSE-AE, que recogen el pésimo en cada punto debido a varias direcciones de viento. A los efectos locales, tales como correas, paneles de cerramiento, o anclajes, deben utilizarse los valores correspondientes a la zona o zonas en que se encuentra ubicado dicho elemento.

Si el edificio presenta grandes huecos la acción de viento genera, además de presiones en el exterior, presiones en el interior, que se suman a las anteriores.

El cobertizo ha seguido el procedimiento de cálculo de marquesina. Es decir, C_p interior nulo.

El taller es una nave industrial en la que el área de sus agujeros es inferior al 30% del área de la fachada, y no dispone de grandes oberturas.

Cálculo del coeficiente eólico de presión interior del taller (C_p):

Inicialmente, se ha calculado el coeficiente de esbeltez en el plano paralelo al viento:

$$\lambda = \frac{h}{b} = \frac{5}{10} = 0,5$$

Donde,

λ Esbeltez.

h Altura de la construcción. (m)

b Longitud de la base de la construcción en la dirección del viento. (m)

Seguidamente la relación existente de área de agujeros en la zona de succión respecto al área total de agujeros del edificio (Rel. Agujeros).

$$Rel. Agujeros = \frac{A.p.}{A.s. + A.p.} = \frac{15 m^2}{15 m^2 + 10 m^2} = 0,6$$

Donde;

A_p Área de presión.

A_s Área de succión.

Como se observa en la **Tabla 3**, con estos parámetros calculados, se obtiene un valor del coeficiente de presión interior igual a cero.

Tabla-3. Coeficientes de presión interior.

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤ 1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥ 4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

Cálculo del coeficiente eólico de presión exterior de la nave (C_p):

Los coeficientes de presión exterior o eólico, C_p , dependen de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición de elemento considerado y de su área de influencia.

De manera que hay que determinar una C_p exterior para cada fachada y para cada una de las diferentes zonas de la cubierta.

La nave es de un agua. La dirección del viento puede ser, como podemos observar en las tablas 4, 6 y 8 de -45° a 45° , de 135° a 225° y de 45° a 135° . Es decir, hay tres direcciones posibles del viento, que darán lugar a tres hipótesis. De las cuales se ha elegido la más desfavorable.

Tabla-4. Coeficiente de presión en cubiertas a un agua, cuando la dirección del viento es de -45° a 45° .

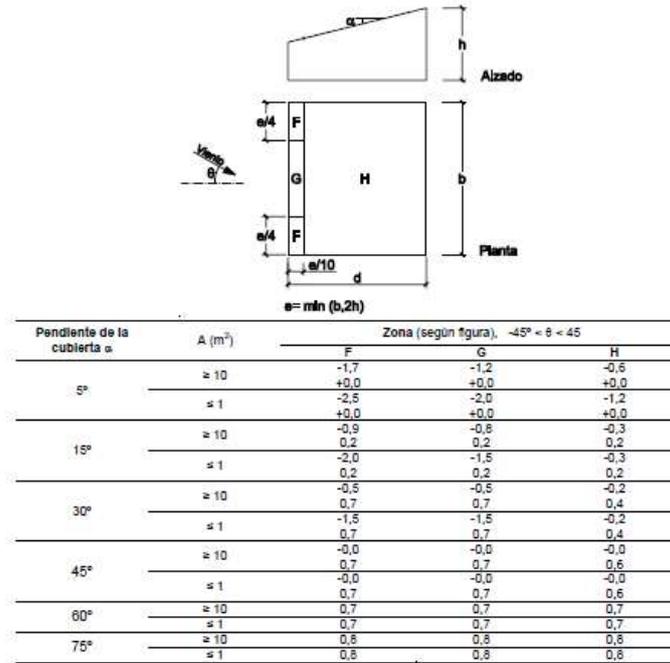
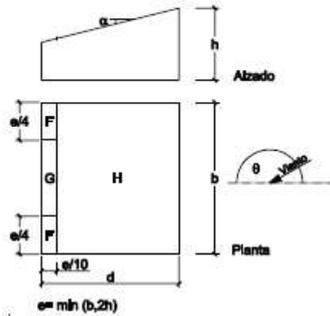


Tabla-5. Resultados de los coeficientes de presión de la hipótesis 1.

Hipótesis 1				
	Cp	A	CpA	Cp resultado
F	-1,39	5	-6,95	-0,66
G	-1,1	5	-5,5	
H	-0,6	90	-54	

Tabla-6. Coeficiente de presión en cubiertas a un agua, cuando la dirección del viento es de 135° a 225°.



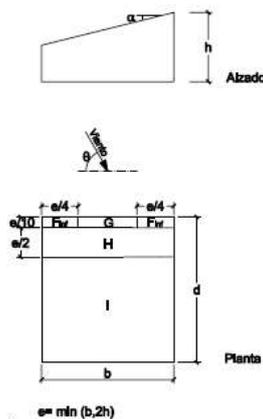
Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), 135° ≤ θ ≤ 225°		
		F	G	H
5°	≥ 10	-2,3	-1,3	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2
15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9
	≤ 1	-2,8	-2,0	-1,2
30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,3	-1,5	-0,8
45°	≥ 10	-0,6	-0,5	-0,7
	≤ 1	-1,3	-0,5	-0,7
60°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,5
	≤ 1	-1,0	-0,5	-0,5
75°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,5
	≤ 1	-1,0	-0,5	-0,5

Tabla-7. Resultados de los coeficientes de presión de la hipótesis 2.

Hipótesis 2				
	Cp	A	CpA	Cp resultado
F	-2,41	5	-12,05	-0,93
G	-1,69	5	-8,45	
H	-0,8	90	-72	

Tabla-8. Coeficiente de presión en cubiertas a un agua, cuando la dirección del viento es de 45° a 135°.

c) Dirección del viento 45° ≤ θ ≤ 135°



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), 45° ≤ θ ≤ 135°				
		F _{int}	F _{ext}	G	H	I
5°	≥ 10	-2,1	-2,1	-1,8	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,4	-2,6	-2,0	-1,2	-0,5
15°	≥ 10	-1,6	-2,4	-1,9	-0,8	-0,7
	≤ 1	-2,4	2,9	-2,5	-1,2	-1,2
30°	≥ 10	-1,3	-2,1	-1,5	-1,0	-0,8
	≤ 1	-2,0	-2,9	-2,0	-1,3	-1,2
45°	≥ 10	-1,3	-1,5	-1,4	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,4	-2,0	-1,3	-1,2
60°	≥ 10	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-0,7
	≤ 1	-2,0	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
75°	≥ 10	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-2,0	-1,3	-0,5

Tabla-9. Resultados de los coeficientes de presión de la hipótesis 3.

Hipótesis 3				
	Cp	A	CpA	Cp resultat
F _{inf}	-2,27	5	-11,35	-0,71
G	-1,91	5	-9,55	
H	-0,6	50	-30	
I	-0,5	40	-20	

Para convertir esta Cp resultado en la sobrecarga final (kN/m²) se opera siguiendo la fórmula ya expuesta:

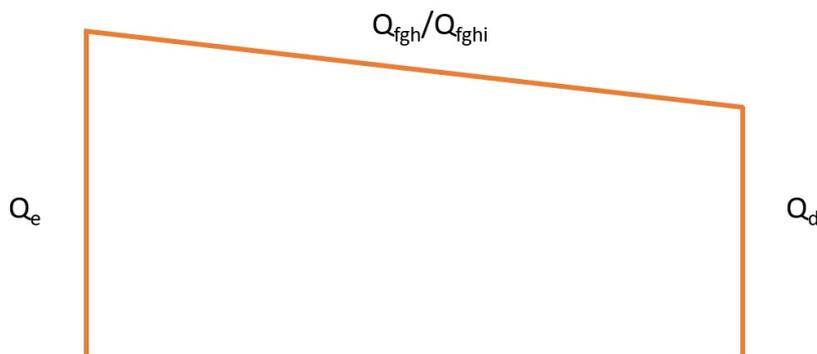
$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.52 \cdot 2.4 \cdot c_p \text{ resultado}$$

Tabla-10. Sobrecargas de viento de las diferentes hipótesis.

Hipòtesis 1		Hipòtesis 2		Hipòtesis 3	
Q _{fgh}	-0,83	Q _{fgh}	-1,15	Q _{fghi}	-0,88
Q _e	1,04	Q _e	1,04	Q _e	1,04
Q _d	-0,46	Q _d	-0,46	Q _d	-0,46

Como podemos contemplar la hipótesis más desfavorable es la 2.

La distribución de cargas en el pórtico del taller se muestra en la **Imagen-2**.

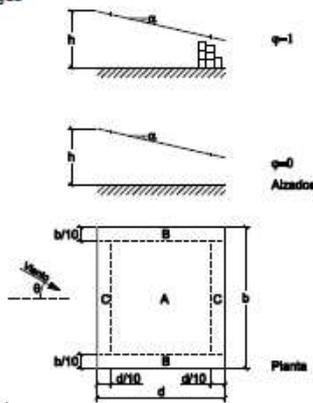
**Imagen-2.** Distribución de cargas de viento en el pórtico.

La marquesina considera el mismo coeficiente de exposición y la misma presión dinámica del viento, pero diferente coeficiente de presión.

Como se aprecia en la **Tabla-11**, se considera que el viento puede tener dos efectos; hacia arriba y hacia abajo. Lo que dará lugar a dos hipótesis.

Tabla-11. Coeficiente de presión en marquesina a un agua.

Tabla D.10 Marquesinas a un agua



Coeficientes de presión exterior					
C _{pe,10}					
Pendiente de la cubierta α	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción φ	Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	0,6	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	0 ≤ φ ≤ 1	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla-12. Resultados de los coeficientes de presión en la marquesina hipótesis 1.

Hipótesis 1 Viento abajo				
	Cp	A	CpA	Cp resultat
A	0,8	192	153,6	1,14
B	2,1	60	126	
C	1,3	48	62,4	

Tabla-13. Resultados de los coeficientes de presión en la marquesina hipótesis 2.

Hipótesis 2 Viento arriba				
	Cp	A	CpA	Cp resultat
A	-1,4585	192	-280,032	-1,71
B	-2,0585	60	-123,51	
C	-2,3019	48	-110,491	

Para convertir esta C_p resultado en la fuerza final (kN/m^2) se calcula con la fórmula ya expuesta:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = = 0,52 \cdot 2,4 \cdot c_p \text{ resultado}$$

Tabla-14. Sobrecargas de viento de las diferentes hipótesis.

Hipòtesis 1		Hipòtesis 2	
Q_{abc}	1,42	Q_{abc}	-2,14
Q_e	0,00	Q_e	0,00
Q_d	0,00	Q_d	0,00

No se sabe cual de estas dos hipótesis será la más desfavorable, de manera que se introducen ambas hipótesis en el programa Wineva 7.

La distribución de las cargas en la marquesina puede ser observada en la **Imagen-3**.

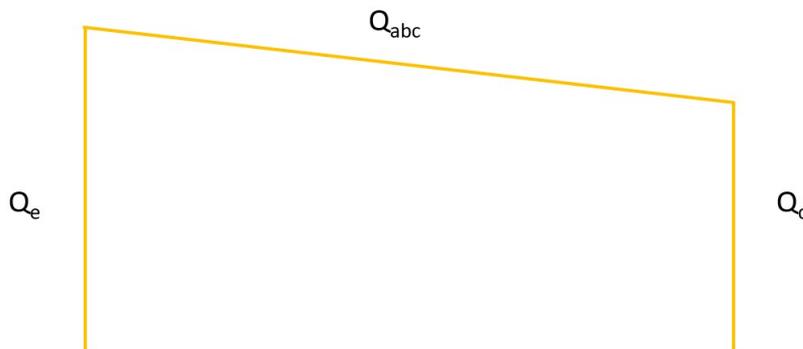


Imagen-3. Distribución de cargas de viento en el pórtico.

3.3. RESUMEN DE CARGAS Y TRANSMISIÓN DE ACCIONES

Una vez las cargas calculadas, las multiplicaremos por la distancia entre pórticos, que es de 5 m. Calculando de esta manera, la fuerza por metro lineal que han de soportar los pórticos más desfavorables. Los valores obtenidos se indican en la **Tabla-15** y su representación espacial en la **Imagen-4**.

Tabla-15. Fuerzas que actúan sobre los pórticos.

Taller		
Cubierta	kn/m^2	kN/m
Permanente	0,3	1,5
Uso	0,4	2
Nieve	0	0

Cobertizo		
Cubierta	kn/m^2	kN/m
Permanente	0,21	1,05
Uso	0,4	2
Nieve	0	0

Viento	kN/m^2	kN/m
Cubierta	-1,15	-5,75
Fachada E	1,04	5,2
Fachada D	-0,46	-2,3

Viento H1	kN/m^2	kN/m
Cubierta	1,42	7,1
Fachada E	0	0
Fachada D	0	0

Viento H2	kN/m ²	kN/m
Cubierta	-2,14	-10,7
Fachada E	0	0
Fachada D	0	0

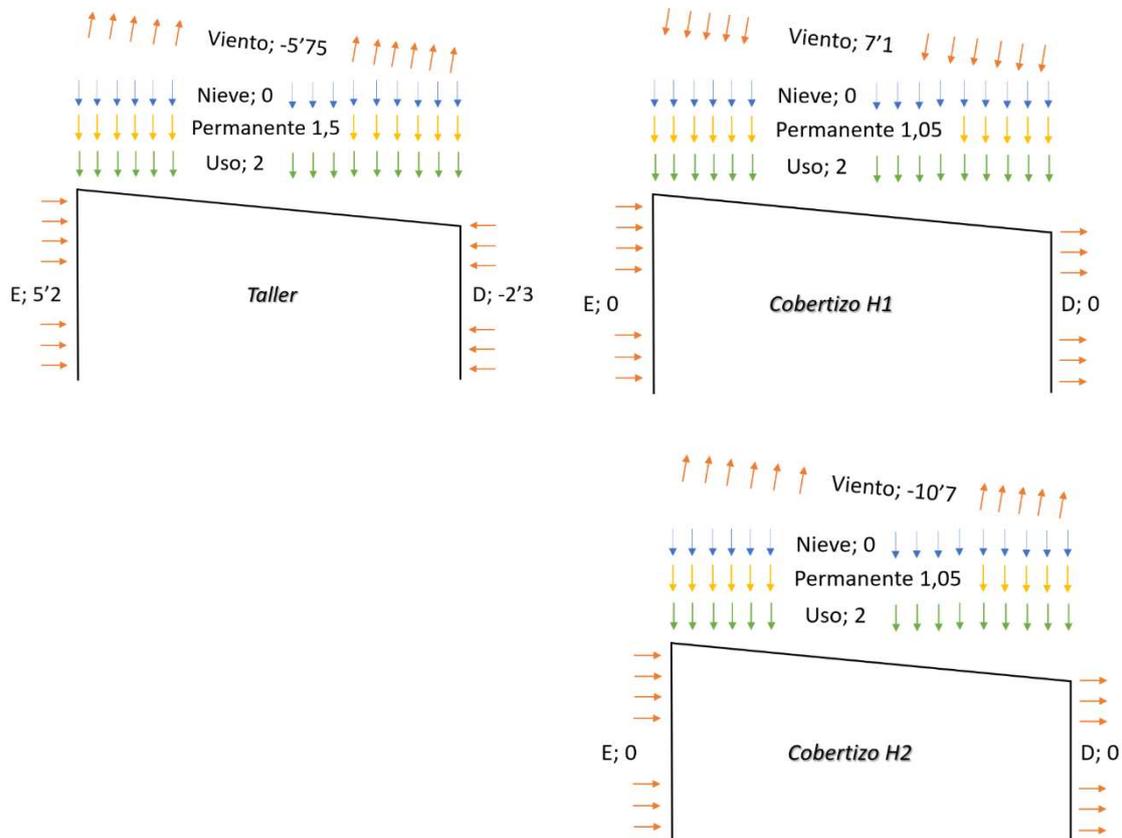


Imagen-4. Transmisión de acciones en el pórtico.

4. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

El cálculo de los efectos de las acciones correspondientes en una situación persistente o transitoria, se lleva a cabo mediante la combinación de seis hipótesis, en las que se considera la simultaneidad entre las acciones permanentes, una acción variable cualquiera y el resto de acciones variables en valor de combinación.

Estados límites de servicio (ELS): es un tipo de estado límite que, de ser superado, produce una pérdida de funcionalidad o deterioro de la estructura, pero no un riesgo inminente a corto plazo.

Estados límites últimos (ELU): es un estado límite, tal que, al ser rebasado, la estructura completa o una parte de la misma puede colapsar al superar su capacidad resistente.

Con las siguientes expresiones, donde se considera que no todas las acciones están presentes simultáneamente, estimamos la combinación de hipótesis:

ELU:

$$\Sigma \gamma_{g,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

ELS:

$$\Sigma G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{g,j}$ Coeficiente de ponderación carga permanente.

$G_{k,j}$ Valor nominal carga permanente.

$\gamma_{q,1}$ Coeficiente de ponderación carga variable principal.

$Q_{k,1}$ Valor nominal carga variable principal.

$\gamma_{q,i}$ Coeficiente de ponderación de otras cargas variables.

$\psi_{0,i}$ Coeficiente de simultaneidad otras cargas variables.

$Q_{k,i}$ Valor nominal de otras cargas variables.

Tabla-16. Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones.

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
		desestabilizadora	estabilizadora
Estabilidad	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Como podemos ver en la **Tabla-16**, el coeficiente de ponderación de las cargas variables es siempre mayor que en las cargas permanentes. Esto se debe a que existe mayor incertidumbre en calcular cual es la carga variable que en calcular el peso propio.

Favorable: contribuye a mantener la estructura.

Desfavorable: contribuyen a que falle la estructura.

Tabla-17. Coeficientes de simultaneidad (ψ).

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes \leq 1000 m	0,5	0,2	0
Viento			
	0,6	0,5	0
Temperatura			
	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno			
	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

En la nave, las hipótesis combinadas son como se presenta en la **Tabla-18**, 19 y 20.

Tabla-18. Hipótesis combinadas del taller.

Taller				
	A. Permanente	S Uso	S Viento	S Nieve
ELS Uso	1	1	0	0
ELS Viento	0,8	0	1	0,5
ELS Nieve	1	0	0,6	1
ELU Uso	1,35	1,5	0	0
ELU Viento	1,35	0	1,5	0,75
ELU Nieve	1,35	0	0,9	1,5

Tabla-19. Hipótesis combinadas del cobertizo, viento a presión.

Cobertizo H1 (viento presión)				
	A. Permanente	S Uso	S Viento	S Nieve
ELS Uso	1	1	0	0
ELS Viento	1	0	1	0,5
ELS Nieve	1	0	0,6	1
ELU Uso	1,35	1,5	0	0
ELU Viento	1,35	0	1,5	0,75
ELU Nieve	1,35	0	0,9	1,5

Tabla-20. Hipótesis combinadas del cobertizo, viento a succión.

Cobertizo H2 (viento succión)				
	A. Permanente	S Uso	S Viento	S Nieve
ELS Uso	1	1	0	0
ELS Viento	0,8	0	1	0
ELS Nieve	1	0	0	1
ELU Uso	1,35	1,5	0	0
ELU Viento	0,8	0	1,5	0
ELU Nieve	1,35	0	0	1,5

En esta segunda hipótesis, el viento ejerce una fuerza hacia arriba, de manera que la carga de uso y nieve son favorables.

Se ha considerado que la cubierta es transitable únicamente para la conservación.

5. ACCIONES COMBINADAS

Las acciones combinadas han sido calculadas teniendo en cuenta las cargas de cada estructura y las hipótesis planteadas anteriormente. Los resultados se observan en las **Tablas-21, 22 y 23.**

Tabla-21. Acciones combinadas del taller.

Acciones combinadas Taller						
Estado límite	A. Permanente	S. Uso	Nieve	S. Viento cubierta	S. Viento Fachada E	S. Viento Fachada D
ELS Uso	1,5	2	0	0	0	0
ELS Viento	1,2	0	0	-5,75	5,2	-2,3
ELS Nieve	1,5	0	0	-3,45	3,12	-1,38
ELU Uso	2,025	3	0	0	0	0
ELU Viento	2,025	0	0	-8,625	7,8	-3,45
ELU Nieve	2,025	0	0	-5,175	4,68	-2,07

Tabla-22. Acciones combinadas del cobertizo aplicando la hipótesis de viento a presión.

Acciones combinadas Cobertizo H1						
Estado límite	A. Permanente	S. Uso	Nieve	S. Viento cubierta	S. Viento Fachada E	S. Viento Fachada D
ELS Uso	1,05	2	0	0	0	0
ELS Viento	1,05	0	0	7,1	0	0
ELS Nieve	1,05	0	0	4,26	0	0
ELU Uso	1,4175	3	0	0	0	0
ELU Viento	1,4175	0	0	10,65	0	0
ELU Nieve	1,4175	0	0	6,39	0	0

Tabla-23. Acciones combinadas del cobertizo aplicando la hipótesis de viento a succión.

Acciones combinadas Cobertizo H2						
Estado límite	A. Permanente	S. Uso	Nieve	S. Viento cubierta	S. Viento Fachada E	S. Viento Fachada D
ELS Uso	1,05	2	0	0	0	0
ELS Viento	0,84	0	0	-10,7	0	0
ELS Nieve	1,05	0	0	0	0	0
ELU Uso	1,4175	3	0	0	0	0
ELU Viento	0,84	0	0	-16,05	0	0
ELU Nieve	1,4175	0	0	0	0	0

6. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA

6.1. ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

6.1.1. VALORES OBTENIDOS: DEFORMACIONES Y DESPLOMES

Los cálculos se han realizado con el programa Wineva 7, y se han introducido vigas rígidas de acero laminado IPE-270 y pilares IPE-300. Los nudos son libres excepto los de la base de los pilares, los nudos 1 y 3, que son fijos y empotrados.

Las **Figuras-5** y **6**, muestran las deformaciones del taller con los estados de carga considerados:

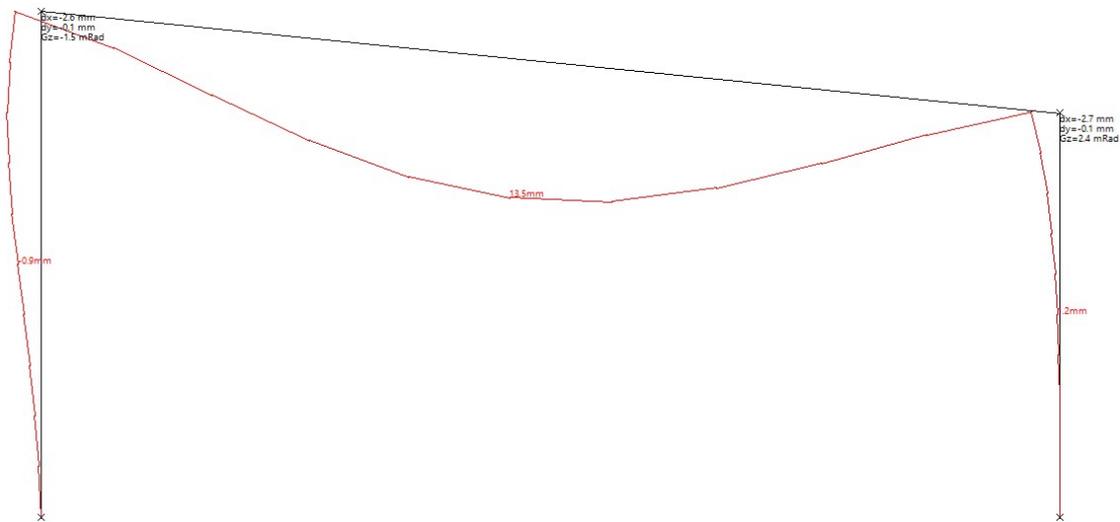


Figura-5. Deformaciones del taller ELS Uso.

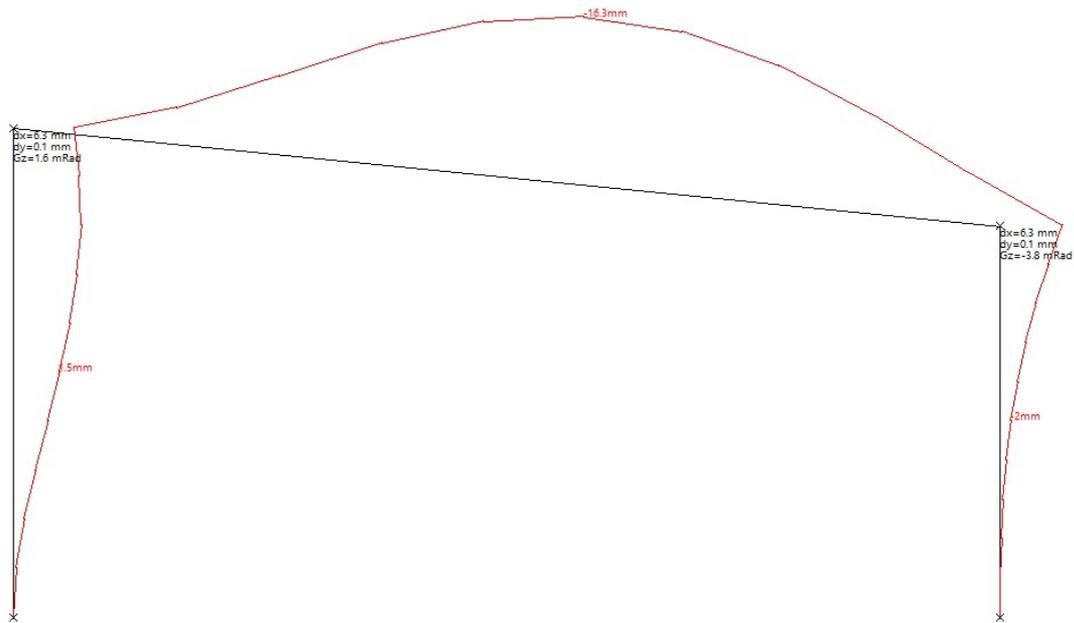


Figura-6. Deformaciones del taller ELS Viento.

Las **Figuras-7 a 10** muestran las deformaciones del cobertizo con los estados de carga considerados, para la hipótesis 1 y 2:

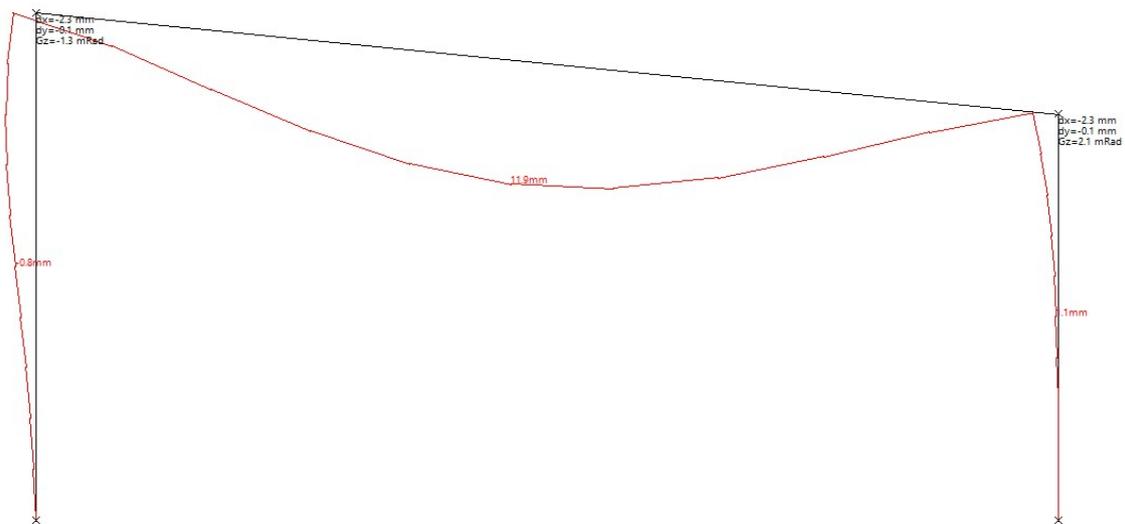


Figura-7. Deformaciones del cobertizo ELS Uso, hipótesis 1.

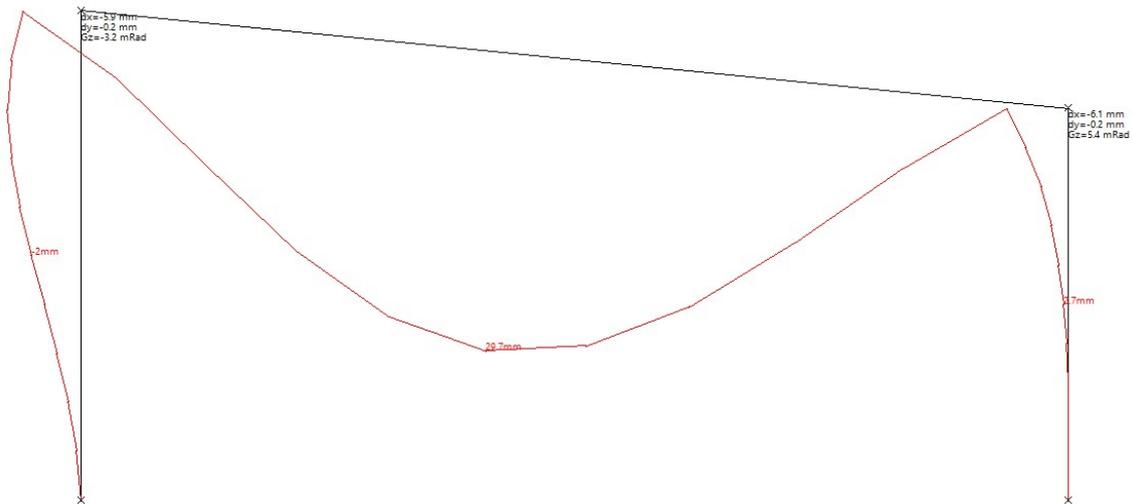


Figura-8. Deformaciones del cobertizo ELS Viento, hipótesis 1.

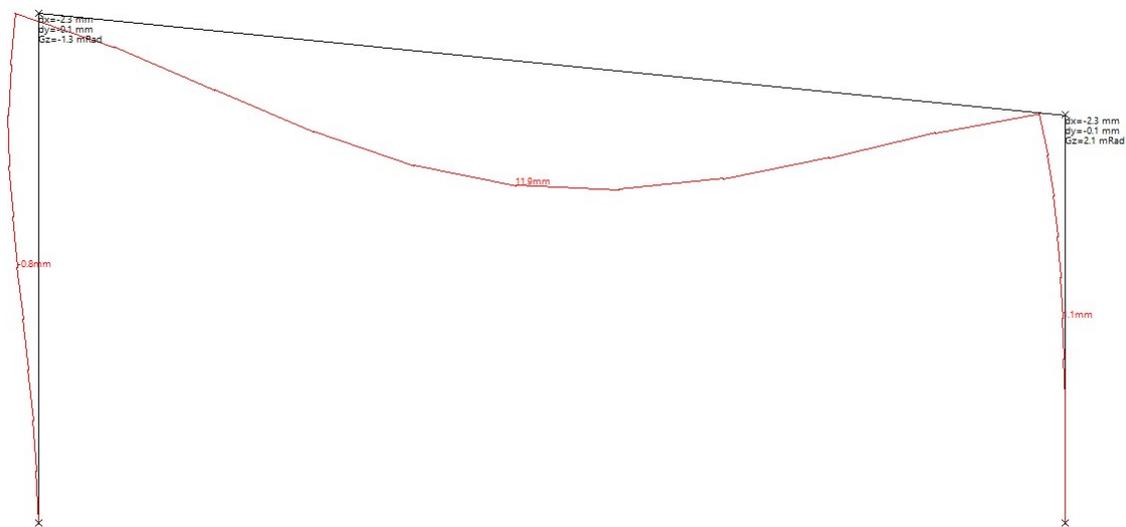


Figura-9. Deformaciones del cobertizo ELS Uso, hipótesis 2.

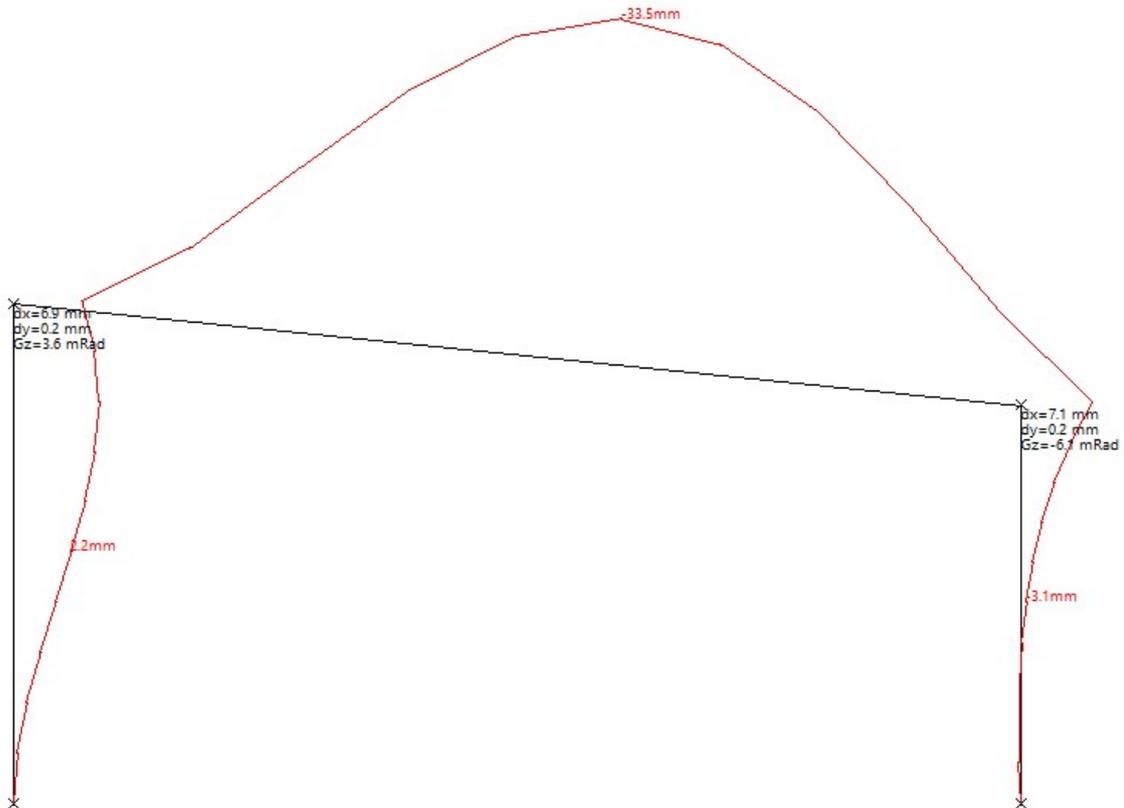


Figura-10. Deformaciones del cobertizo ELS Viento, hipótesis 2.

6.1.2. COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1.2.1. FLECHAS

Las **Tablas-24** a **26** muestran que la viga y pilares de perfil IPE 270 e IPE 300 respectivamente, cumplen los límites exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El CTE, admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta rígidas después de la puesta en obra del elemento, al aplicarse cualquier combinación de acciones característica, realice una flecha relativa menor a:

- 1/500 En pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas.
- 1/400 En pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas.
- 1/300 En el resto de casos.

Nuestra estructura, no está incluida con las estructuras descritas en los dos primeros guiones, de manera, que aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Límite de flecha (mm)} = \frac{L.\text{barra (mm)}}{300}$$

Tabla-24. Flechas de la viga del taller.

Taller					
IPE 270	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	3	13,5	10.050	33,5	Sí
ELS Viento	3	16,3	10.050	33,5	Sí

Tabla-25. Flechas de la viga del cobertizo, hipótesis 1.

Cobertizo H1					
IPE 270	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	3	11,9	10.050	33,5	Sí
ELS Viento	3	29,7	10.050	33,5	Sí

Tabla-26. Flechas de la viga del cobertizo, hipótesis 2.

Cobertizo H2					
IPE 270	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	3	11,9	10.050	33,5	Sí
ELS Viento	3	-33,5	10.050	33,5	Sí

6.1.2.2. DESPLOME

Las **Tablas-27** a 29 evidencian que los desplomes cumplen los límites exigidos por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El CTE, establece como límites:

- Desplome total: 1/500 de la altura total del edificio.
- Desplome local: 1/250 para la altura de la planta.

El desplome máximo de nuestra estructura será, al no tener pisos:

$$\text{Límite desplome (mm)} = \frac{L.\text{barra (mm)}}{500}$$

Tabla-27. Desplome de los pilares del taller.

Taller					
IPE 300	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	1	-2,6	5.000	10	Sí
	2	-2,7	4.000	8	Sí
ELS Viento	1	6,3	5.000	10	Sí
	2	6,3	4.000	8	Sí

Tabla-28. Desplome de los pilares del cobertizo, hipótesis 1.

Cobertizo H1					
IPE 300	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	1	-2,3	5.000	10	Sí
	2	-2,3	4.000	8	Sí
ELS Viento	1	-5,9	5.000	10	Sí
	2	-6,1	4.000	8	Sí

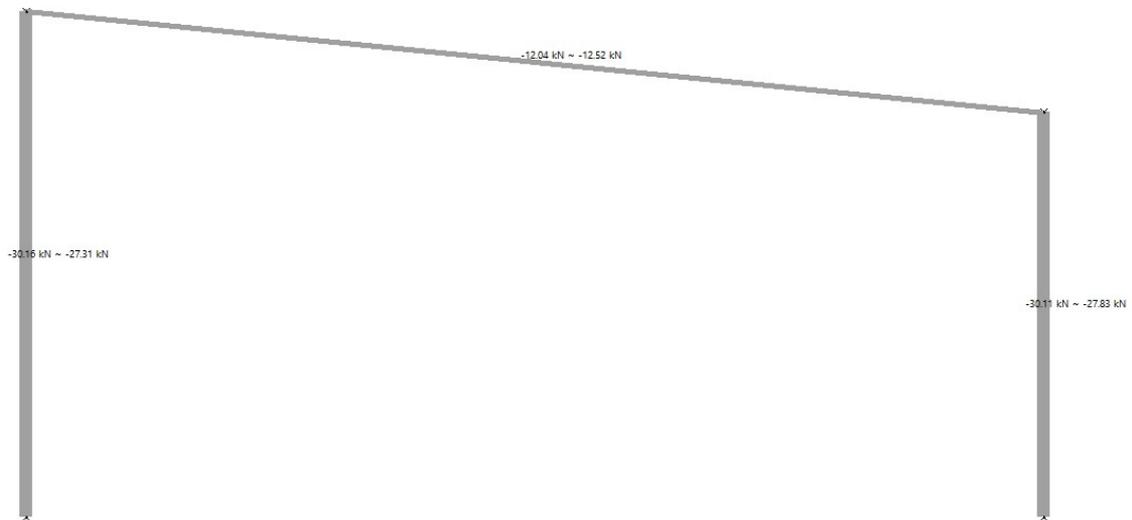
Tabla-29. Desplomes de los pilares del cobertizo, hipótesis 2.

Cobertizo H2					
IPE 300	Barra	Flecha (mm)	Longitud (mm)	Límite (mm)	Cumple
ELS Cubierta	1	-2,3	5.000	10	Sí
	2	-2,3	4.000	8	Sí
ELS Viento	1	6,9	5.000	10	Sí
	2	7,1	4.000	8	Sí

6.2. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

6.2.1. VALORES DE LOS ESFUERZOS

Mediante el programa WinEva, se han generado diagramas de axiles (Ned), cortantes (Ved) y momentos (Med) de cada hipótesis ELU de la estructura, mostrados en las **Figuras-11 a 28**.

**Figura-11.** Esfuerzos axiales ELU uso, taller.

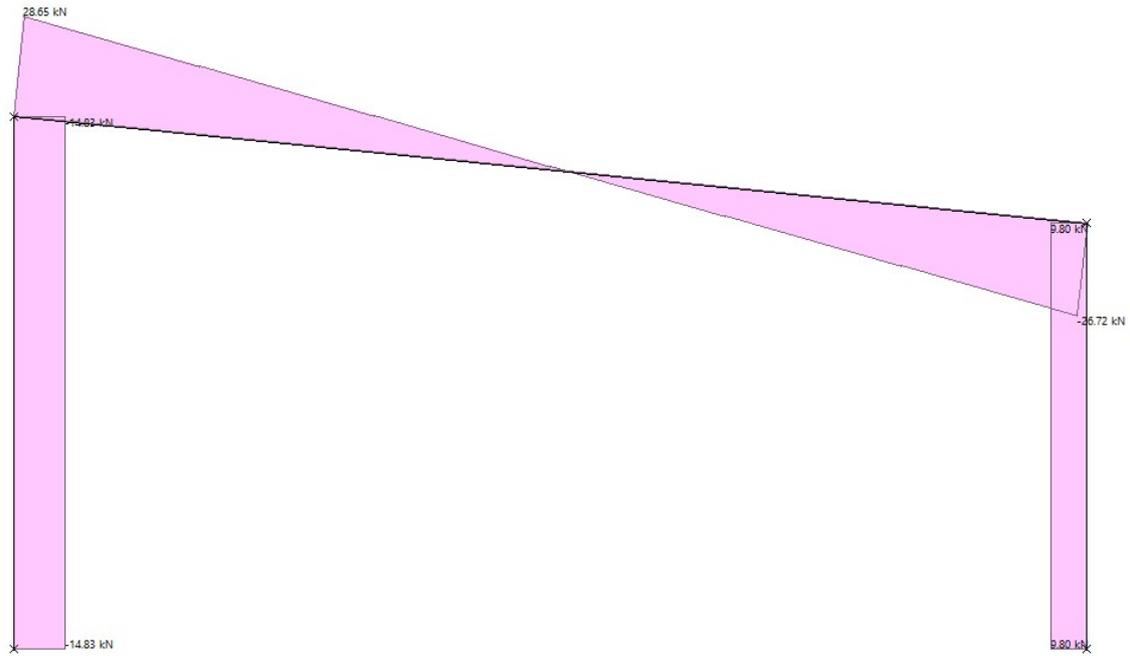


Figura-12. Esfuerzos cortantes ELU uso, taller.

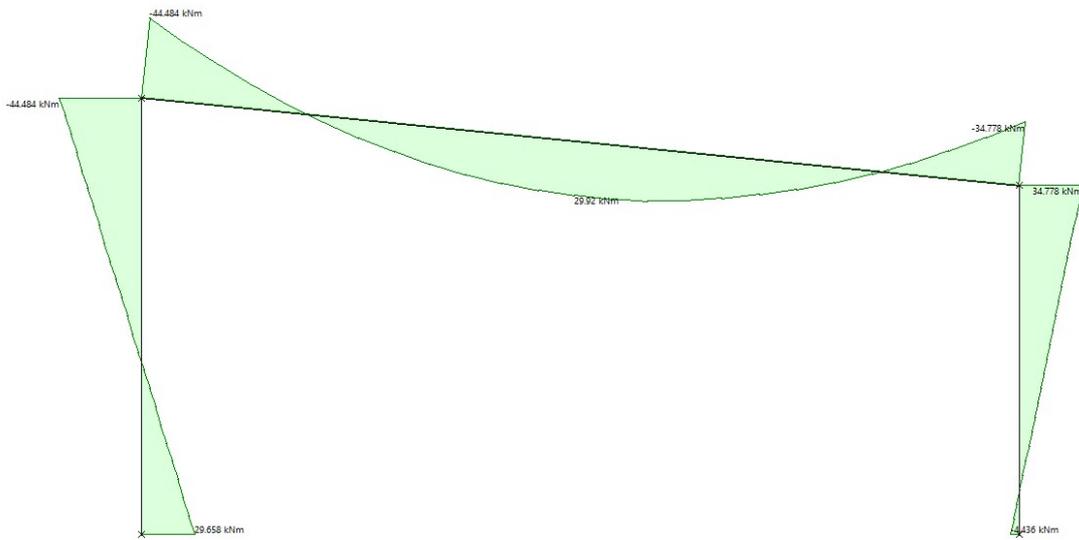


Figura-13. Momentos ELU uso, taller

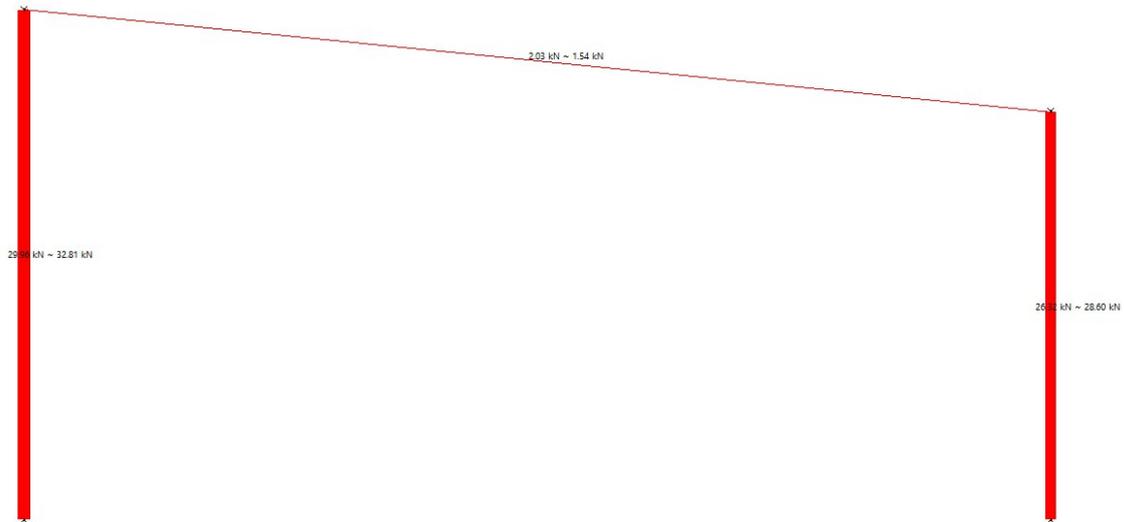


Figura-14. Esfuerzos axiales ELU viento, taller.

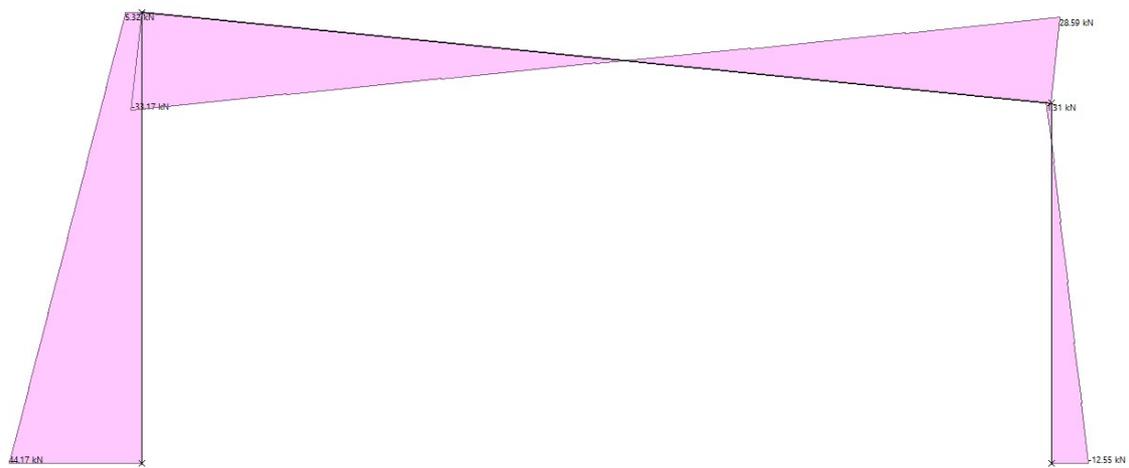


Figura-15. Esfuerzos cortantes ELU viento, taller.

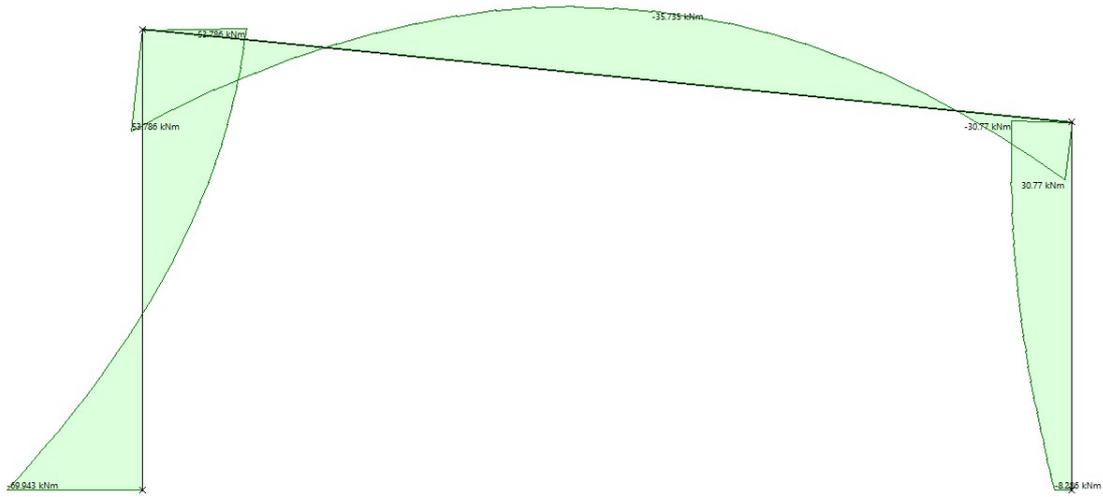


Figura-16. Momentos ELU viento, taller

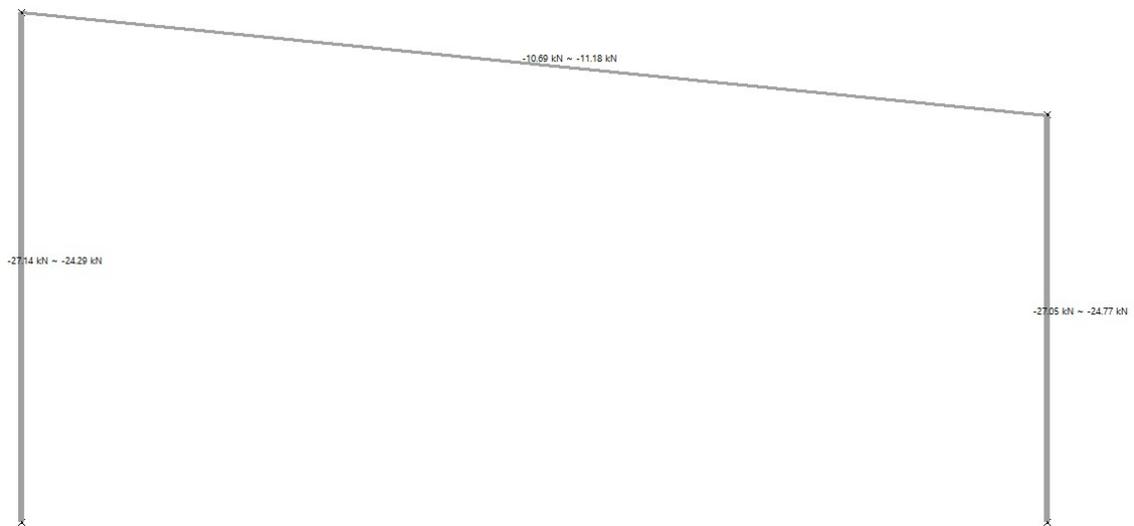


Figura-17. Esfuerzos axiales ELU uso, cobertizo hipótesis 1.

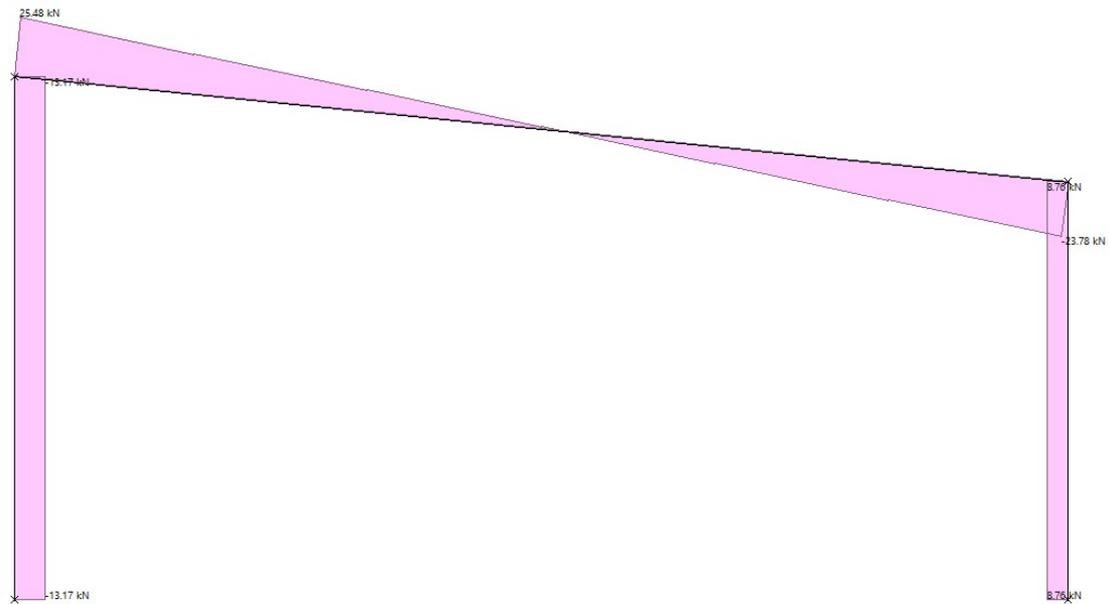


Figura-18. Esfuerzos cortantes ELU uso, cobertizo hipótesis 1.

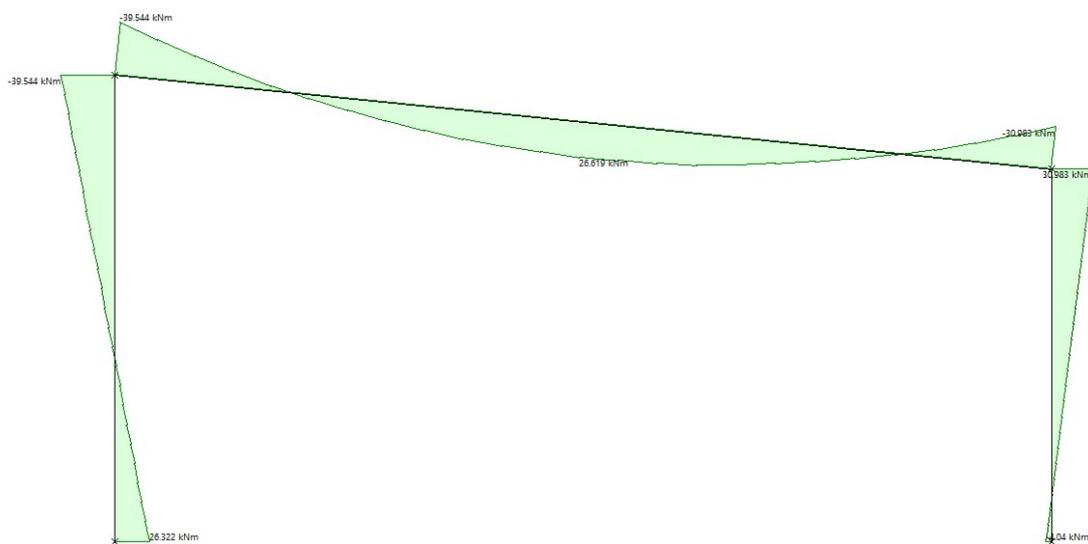


Figura-19. Momentos ELU uso, cobertizo hipótesis 1.

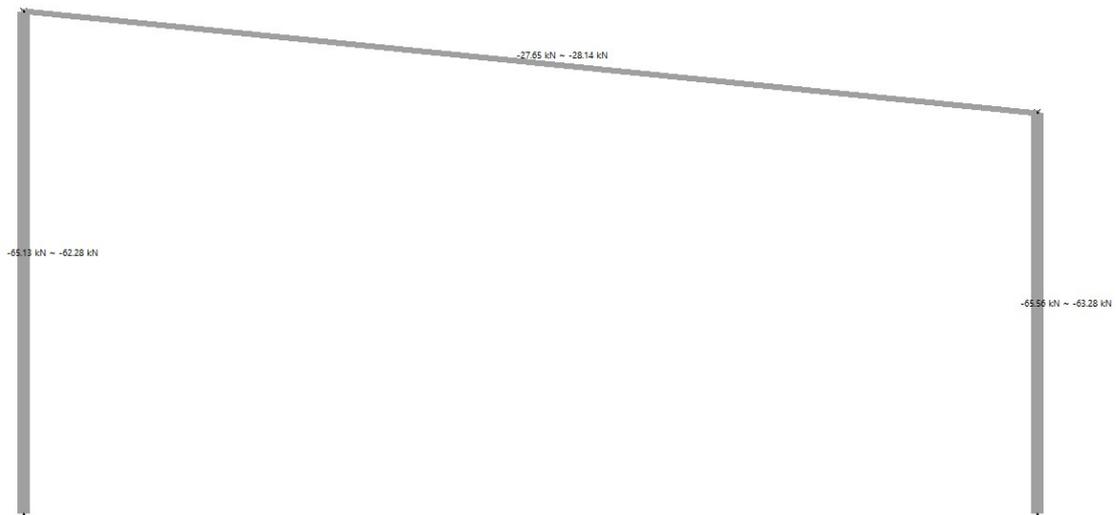


Figura-20. Esfuerzos axiales ELU viento, cobertizo hipótesis 1.

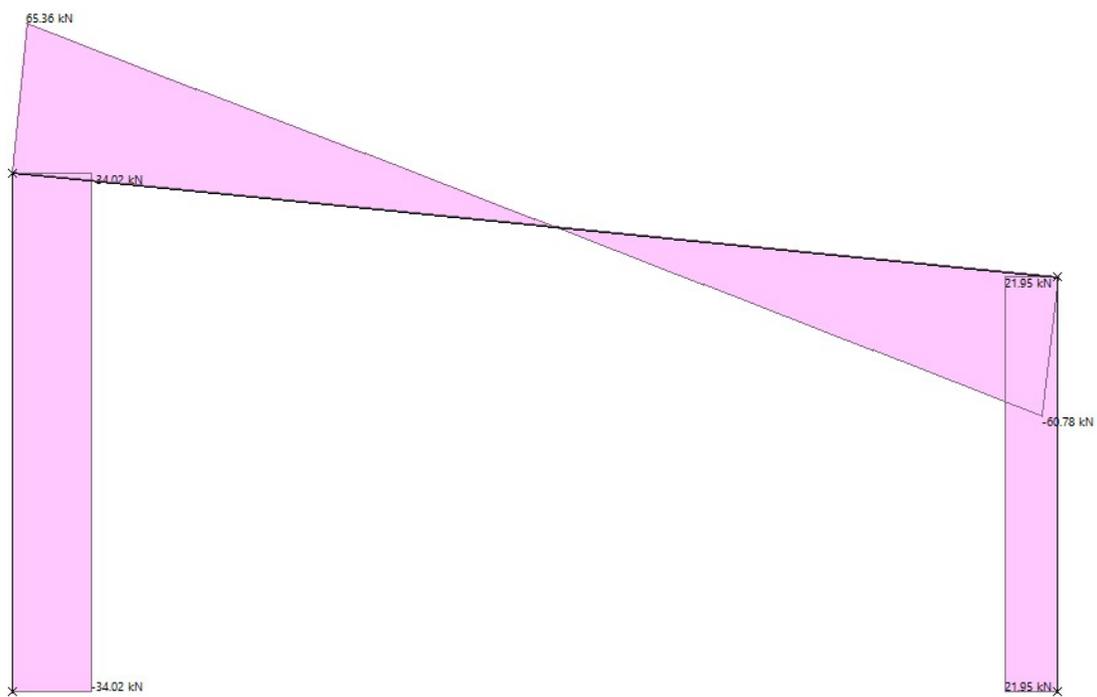


Figura-21. Esfuerzos cortantes ELU viento, cobertizo hipótesis 1.

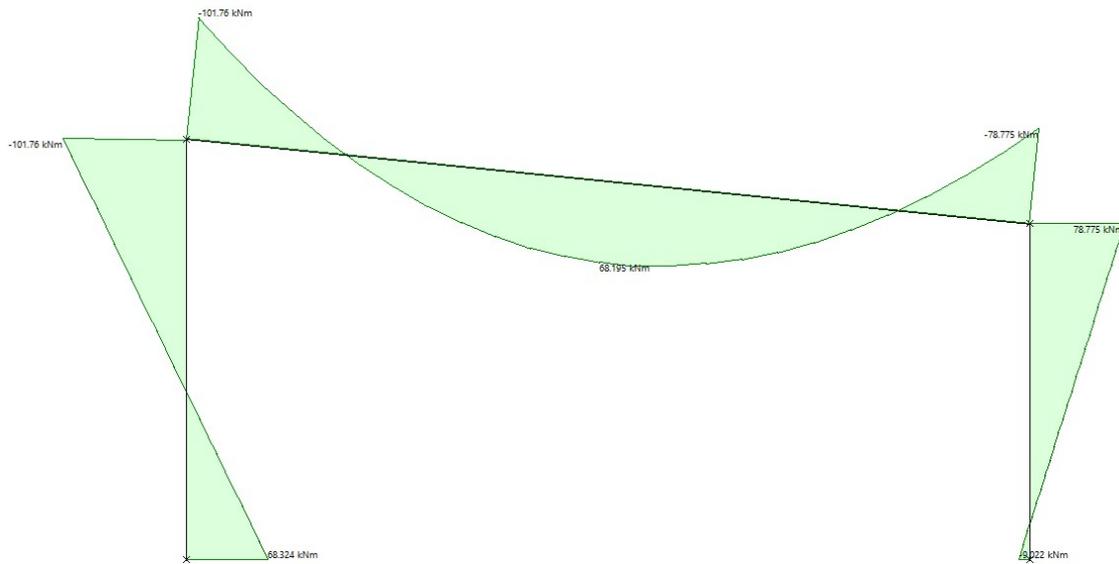


Figura-22. Momentos ELU viento, cobertizo hipótesis 1.

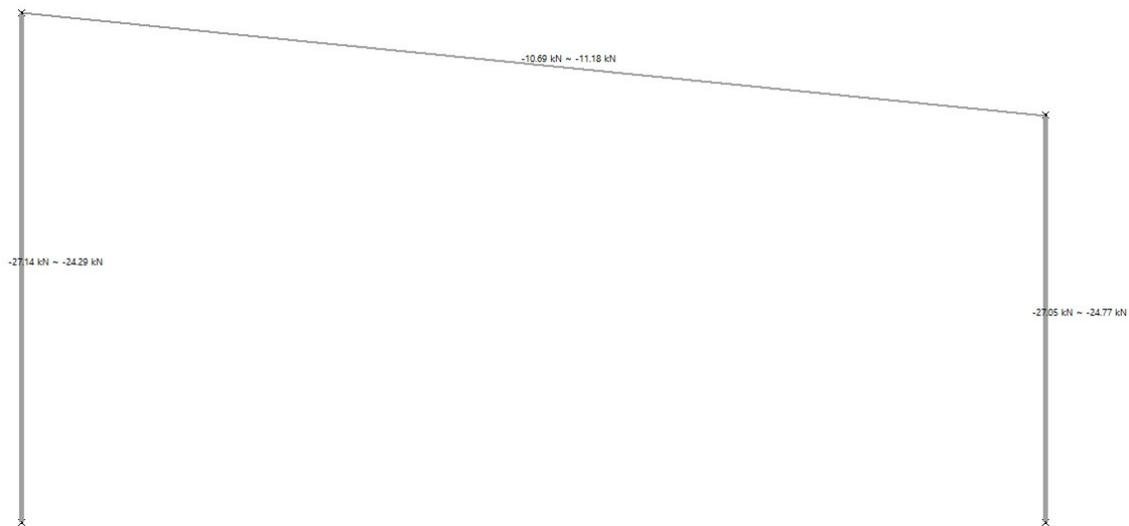


Figura-23. Esfuerzos axiales ELU uso, cobertizo hipótesis 2.

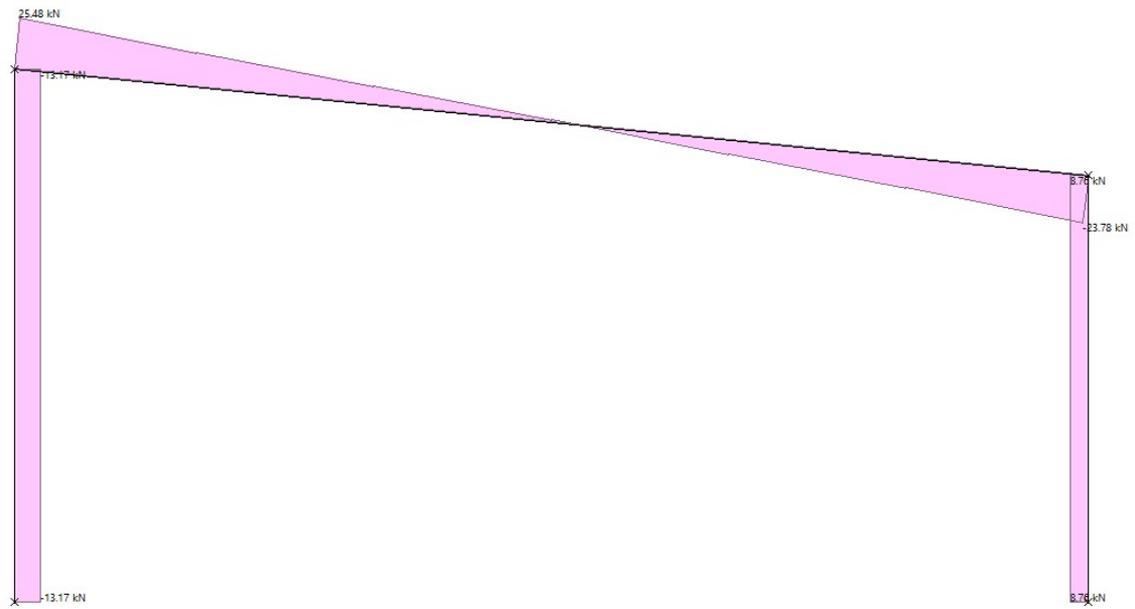


Figura-24. Esfuerzos cortantes ELU uso, cobertizo hipótesis 2.

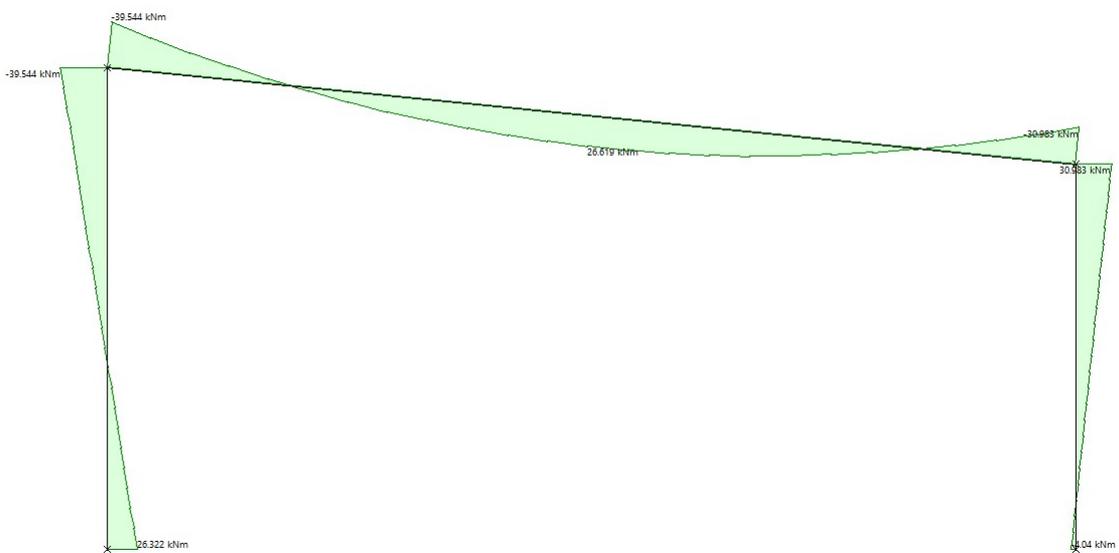


Figura-25. Momentos ELU uso, cobertizo hipótesis 2.

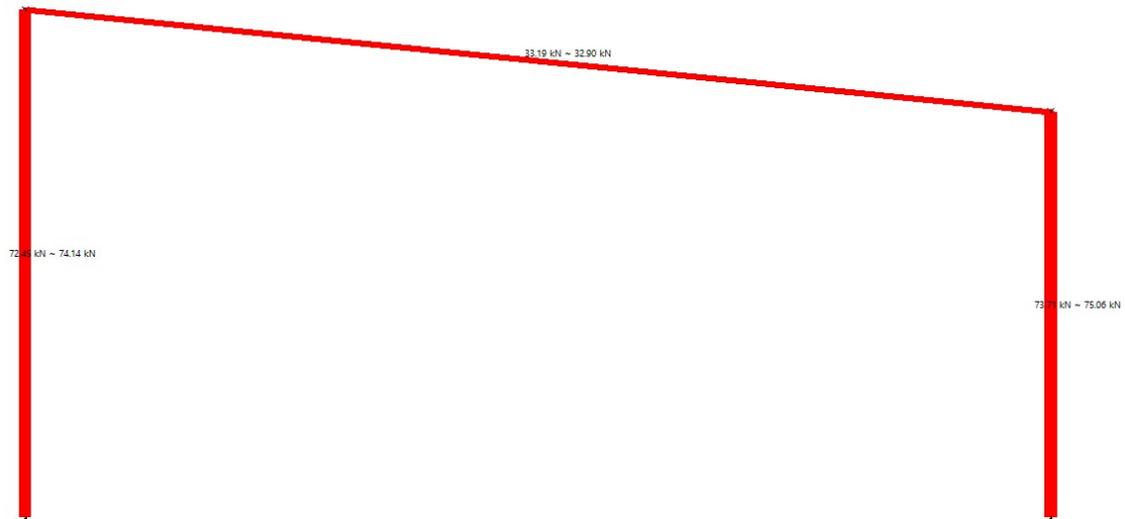


Figura-26. Esfuerzos axiales ELU viento, cobertizo hipótesis 2.

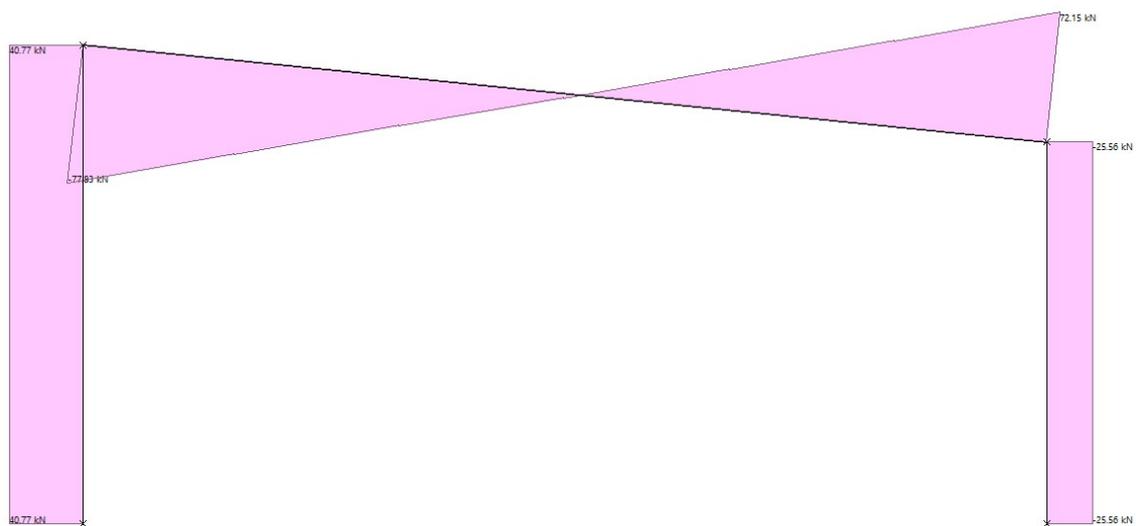


Figura-27. Esfuerzos cortantes ELU viento, cobertizo hipótesis 2.

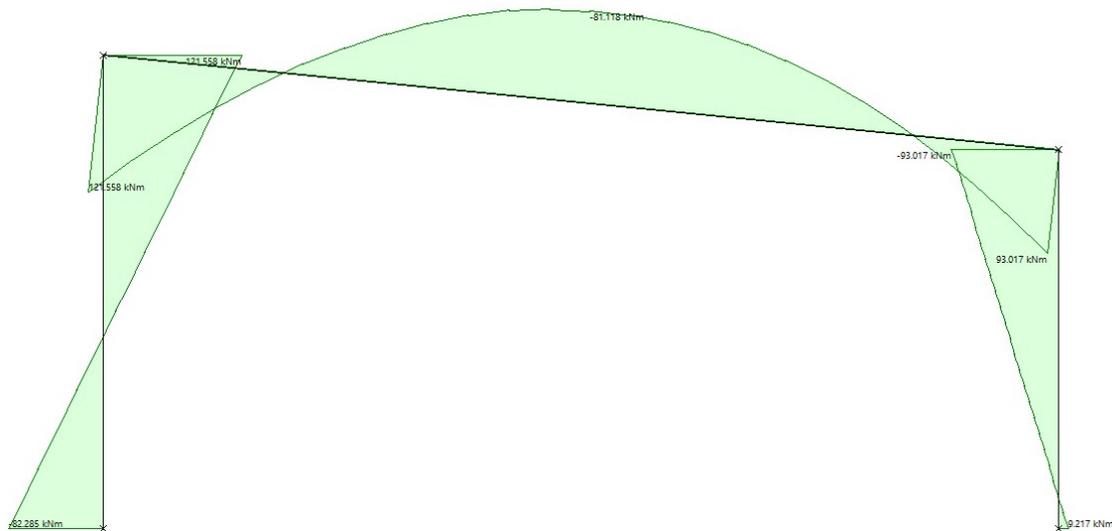


Figura-28. Momentos ELU viento, cobertizo hipótesis 2.

6.2.2. COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LAS BARRAS

Las Tablas-33 y 34 resume las comprobaciones realizadas en las barras de la estructura, siguiendo los criterios de diseño del CTE.

6.2.2.1. RESISTENCIA DE LA SECCIÓN

El material de las barras es acero S-275-JR, el acero más común que se utiliza en naves. Sus características las podemos visualizar en la Tabla-30.

Tabla-30. Características del acero S-275-JR.

Tipo	f_y (N/m ²)	γ_m	f_{yd} (N/mm ²)
S-275	275	1,05	261,9

Para el cálculo de resistencia de la sección se han empleado las siguientes fórmulas:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{Clase 1 y 2} \rightarrow M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd}$$

$$\text{Clase 3} \rightarrow M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd}$$

Donde;

$N_{pl,Rd}$ Resistencia plástica del perfil a axil.

$V_{pl,Rd}$ Resistencia plástica del perfil a cortante.

Mpl,Rd	Resistencia plástica del perfil a momento.
A	Área de la sección.
Av	Área del cortante.
Wpl	Módulo resistente plástico.
Wel	Módulo resistente elástico.

La clase a la que pertenece el perfil IPE de las vigas y pilares de nuestra estructura es 1.

Para el cálculo del Npl,Rd y Mpl,Rd se han utilizado fyd o fyd' en función de si el rendimiento de los cortantes es:

$$\frac{VEd}{Vplrd} \leq 0,5$$

Cuando se cumple esta condición se ha considerado que el cortante no necesita de una reducción, por tanto, se ha utilizado fyd.

En cambio, cuando el rendimiento del cortante es superior a 0,5, se ha considerado que el cortante necesita una reducción y se ha utilizado fyd'. El valor de fyd' se ha obtenido de las siguientes fórmulas:

$$fyd' = fyd \cdot (1 - \rho)$$

$$\rho = \left(2 \cdot \frac{VEd}{Vpl,Rd} - 1\right)^2$$

Donde;

ρ Error

El rendimiento total es el sumatorio de los rendimientos del axil y el cortante. Si el rendimiento no cumple con las condiciones, es decir, es superior a 1, se ha escogido un perfil superior.

$$\frac{NEd}{Npl,Rd} + \frac{MEd}{Mpl,Rd} < 1$$

6.2.2.2. RESISTENCIA DE LA BARRA

Esta comprobación cuantifica la inestabilidad que genera una flexión cuando se aplica un axil de compresión, y garantiza que la barra presenta resistencia suficiente para esta deformación.

La resistencia última a axil por pandeo (Npl,Rd), se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$Nb,Rd = A \cdot fyd' \cdot \chi$$

Donde;

- A Área del perfil de la barra.
 χ Coeficiente de reducción para el modo de pandeo considerado.

Se pueden considerar 4 casos posibles:

- Si el axil calculado es superior a 0, significa que está trabajando a tracción, de manera que este coeficiente es nulo.
- Si, la esbeltez es inferior a 0,3 entonces $\chi = 1$. Ya que la barra consideramos que no pandeo.
- Si la esbeltez es superior a 2, $\chi = 0$.
- En los demás casos calcularemos el valor de este coeficiente siguiendo las siguientes fórmulas.

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\lambda k)^2}} \leq 1$$

$$\phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda k - 0,2) + (\lambda k)^2]$$

- α Coeficiente de imperfección según la curva de pandeo. Depende de la forma de la sección transversal de la barra considerada, de la dirección en la que puede ocurrir el pandeo y del proceso de fabricación utilizado en la pieza.

Tabla-31. Curva de pandeo en función de la sección transversal.

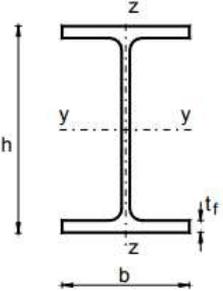
Tipo de sección	Tipo de acero	S235 a S355		S450	
		y	z	y	z
Perfiles laminados doble T 	Pandeo \perp eje				
	$h/b > 1,2$ $t_f \leq 40 \text{ mm}$ $40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	a b	b c	a ₀ a	a ₀ a
	$h/b \leq 1,2$ $t_f \leq 100 \text{ mm}$ $t_f > 100 \text{ mm}$	b d	c d	a c	a c

Tabla-32. Valores del coeficiente de imperfección.

Curva de pandeo	a ₀	a	b	c	d
Coeficiente de imperfección α	0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Se ha considerado que nuestros perfiles son de curva de pandeo tipo a.

λ_k Esbeltez.

$$\lambda_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} Axil crítico.

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k}\right)^2 \cdot E \cdot I$$

E Módulo de elasticidad, 2.100 N/mm².

I Momento de inercia. Es particular según el perfil seleccionado.

L_k Longitud de pandeo.

$$L_k = \beta \cdot L$$

β Valor que relaciona la longitud del material (L) y la longitud de pandeo (L_k).

La resistencia última a momento ($M_{pl,Rd}$), se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$M_{pl,Rd} = f_{yd}' \cdot W$$

Donde;

W Momento resistente del perfil.

Una vez calculado las resistencias últimas a axil y a momento, se ha de verificar que el sumatorio de rendimientos sea inferior a uno.

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} < 1$$

Los resultados obtenidos se pueden observar en la **Tabla-33** localizada a continuación. En ellas se puede verificar que todas las barras cumplen las condiciones expuestas anteriormente.

Tabla-33. Comprobación de la resistencia de la sección.

Resistencia de la Sección																
Hipótesis	Barra	Perfil		Posición	Ned (kN)	Veed (kN)	Med (kN-m)	L (m)	Vpl,Rd (kN)	Npl,Rd (kN)	Mpl,Rd (kN-m)	Ved/Vpl,Rd	Ned/Npl,Rd	Med/Mpl,Rd	Verificación total de la sección	
ELU Uso	1	300	Max	f	-30,16	-14,83	-44,484	4	388,31	1.409,05	164,58	0,04	0,02	0,27	0,29	
ELU Viento	1	300	Max	i	32,81	44,17	-69,943	4	388,31	1.409,05	164,58	0,11	0,02	0,42	0,45	
ELU Nieve	1	300	Max	i	14,72	23,84	-36,691	4	388,31	1.409,05	164,58	0,06	0,01	0,22	0,23	
ELU Uso	3	270	Max	i	12,52	28,65	-44,484	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,09	0,01	0,35	0,36	
ELU Viento	3	270	Max	i	2,03	-33,17	53,786	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,10	0,00	0,42	0,43	
ELU Nieve	3	270	Max	i	-1,42	-14,7	24,233	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,04	0,00	0,19	0,19	
ELU Uso	1	300	Max	i	-27,14	-13,17	-39,544	4	388,31	1.409,05	164,58	0,03	0,02	0,24	0,26	
ELU Viento	1	300	Max	i	-65,13	-54,02	-101,76	4	388,31	1.409,05	164,58	0,14	0,05	0,62	0,66	
ELU Viento	2	300	Max	f	65,56	21,95	78,775	4	388,31	1.409,05	164,58	0,06	0,05	0,48	0,53	
ELU Nieve	1	300	Max	i	-43,98	22,41	-67,114	4	388,31	1.409,05	164,58	0,06	0,03	0,41	0,44	
ELU Nieve	2	300	Max	f	-44,22	14,6	52,161	4	388,31	1.409,05	164,58	0,04	0,03	0,32	0,35	
ELU Uso	3	270	Max	i	-11,18	25,48	-39,544	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,08	0,01	0,31	0,32	
ELU Viento	3	270	Max	i	-28,14	66,36	-101,76	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,20	0,02	0,80	0,83	
ELU Nieve	3	270	Max	i	-18,69	43,15	-67,114	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,13	0,02	0,53	0,54	
ELU Uso	1	300	Max	i	-27,14	-13,17	-39,544	4	388,31	1.409,05	164,58	0,03	0,02	0,24	0,26	
ELU Viento	1	300	Max	i	74,14	40,77	121,558	4	388,31	1.409,05	164,58	0,10	0,05	0,74	0,79	
ELU Viento	2	300	Max	f	75,06	-25,56	93,017	4	388,31	1.409,05	164,58	0,07	0,05	0,57	0,62	
ELU Nieve	1	300	Max	i	12,24	-5	-15,145	4	388,31	1.409,05	164,58	0,01	0,01	0,09	0,10	
ELU Uso	3	270	Max	i	11,18	25,48	-39,544	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,08	0,01	0,31	0,32	
ELU Viento	3	270	Max	i	33,1	-77,83	121,558	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,23	0,03	0,96	0,99	
ELU Nieve	3	270	Max	i	4,64	9,84	-15,145	1,25	334,78	1.202,14	126,76	0,03	0,00	0,12	0,12	
ELU Viento	15	300	Min	i	-70,359	16,96	-12,064	4	388,31	1.409,05	32,74	0,04	0,05	0,37	0,42	
ELU Viento	16	300	Min	i	-1,061	9,754	-6,045	1	388,31	1.409,05	32,74	0,03	0,00	0,18	0,19	
ELU Viento	17	300	Min	i	-80,678	0,395	-0,887	4	388,31	1.409,05	32,74	0,00	0,06	0,03	0,08	
ELU Viento	19	300	Min	i	-80,825	7,707	-6,032	4	388,31	1.409,05	32,74	0,02	0,06	0,18	0,24	
ELU Viento	36	120	Max	i	5,736	0,426	-0,379	5	95,41	345,71	15,91	0,00	0,02	0,02	0,04	
ELU Viento	37	120	Max	i	-15,55	0,556	-1,061	5	95,41	345,71	15,91	0,01	0,04	0,07	0,11	
ELU Viento	47	Circ. 20 mm	Max	f	18,112	0,083	-0,089	6,403	47,50	82,28	0,21	0,00	0,22	0,43	0,65	
ELU Viento	48	Circ. 20 mm	Max		17,901	0,83	-0,088	6,403	47,50	82,28	0,21	0,02	0,22	0,43	0,65	

Tabla-34. Comprobación de la resistencia de la barra.

Resistencia de la Barra														
Hipótesis	Barra	Perfil		Posición	Ned (kN)	Veed (kN)	Med (kN-m)	L (m)	Lk (m)	Nb,Rd (kN)	Mpl,Rd (kN-m)	Ned/Nb,Rd	Med/Mpl,Rd	Verificación total de la barra
ELU Uso	1	300	Max	f	-30,16	-14,83	-44,484	4	4,00	552,89	164,58	0,05	0,27	0,32
ELU Viento	1	300	Max	i	32,81	44,17	-69,943	4	4,00	1.409,05	164,58	0,02	0,42	0,45
ELU Nieve	1	300	Max	i	14,72	23,84	-36,691	4	4,00	1.409,05	164,58	0,01	0,22	0,23
ELU Uso	3	270	Max	i	12,52	28,65	-44,484	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,01	0,35	0,36
ELU Viento	3	270	Max	i	2,03	-33,17	53,786	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,00	0,42	0,43
ELU Nieve	3	270	Max	i	-1,42	-14,7	24,233	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,00	0,19	0,19
ELU Uso	1	300	Max	i	-27,14	-13,17	-39,544	4	4,00	552,89	164,58	0,05	0,24	0,29
ELU Viento	1	300	Max	i	-65,13	-54,02	-101,76	4	4,00	552,89	164,58	0,12	0,62	0,74
ELU Viento	2	300	Max	f	65,56	21,95	78,775	4	4,00	1.409,05	164,58	0,05	0,48	0,53
ELU Nieve	1	300	Max	i	-43,98	22,41	-67,114	4	4,00	552,89	164,58	0,08	0,41	0,49
ELU Nieve	2	300	Max	f	-44,22	14,6	52,161	4	4,00	552,89	164,58	0,08	0,32	0,40
ELU Uso	3	270	Max	i	-11,18	25,48	-39,544	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,01	0,31	0,32
ELU Viento	3	270	Max	i	-28,14	66,36	-101,76	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,02	0,80	0,83
ELU Nieve	3	270	Max	i	-18,69	43,15	-67,114	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,02	0,53	0,54
ELU Uso	1	300	Max	i	-27,14	-13,17	-39,544	4	4,00	552,89	164,58	0,05	0,24	0,29
ELU Viento	1	300	Max	i	74,14	40,77	121,558	4	4,00	1.409,05	164,58	0,05	0,74	0,79
ELU Viento	2	300	Max	f	75,06	-25,56	93,017	4	4,00	1.409,05	164,58	0,05	0,57	0,62
ELU Nieve	1	300	Max	i	12,24	-5	-15,145	4	4,00	1.409,05	164,58	0,01	0,09	0,10
ELU Uso	3	270	Max	i	11,18	25,48	-39,544	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,01	0,31	0,32
ELU Viento	3	270	Max	i	33,1	-77,83	121,558	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,03	0,96	0,99
ELU Nieve	3	270	Max	i	4,64	9,84	-15,145	1,25	0,63	1.202,14	126,76	0,00	0,12	0,12
ELU Viento	15	300	Min	i	-70,359	16,96	-12,064	4	4,00	552,89	32,74	0,13	0,37	0,50
ELU Viento	16	300	Min	i	-1,061	9,754	-6,045	1	1,00	1.335,52	32,74	0,00	0,18	0,19
ELU Viento	17	300	Min	i	-80,678	0,395	-0,887	4	4,00	552,89	32,74	0,15	0,03	0,17
ELU Viento	19	300	Min	i	-80,825	7,707	-6,032	4	4,00	552,89	32,74	0,15	0,18	0,33
ELU Viento	36	120	Max	i	5,736	0,426	-0,379	5	5,00	345,71	15,91	0,02	0,02	0,04
ELU Viento	37	120	Max	i	-15,55	0,556	-1,061	5	2,50	73,20	15,91	0,21	0,07	0,28
ELU Viento	47	Circ. 20 mm	Max	f	18,112	0,083	-0,089	6,403	6,40	82,28	0,21	0,22	0,43	0,65
ELU Viento	48	Circ. 20 mm	Max		17,901	0,83	-0,088	6,403	6,40	82,28	0,21	0,22	0,43	0,65

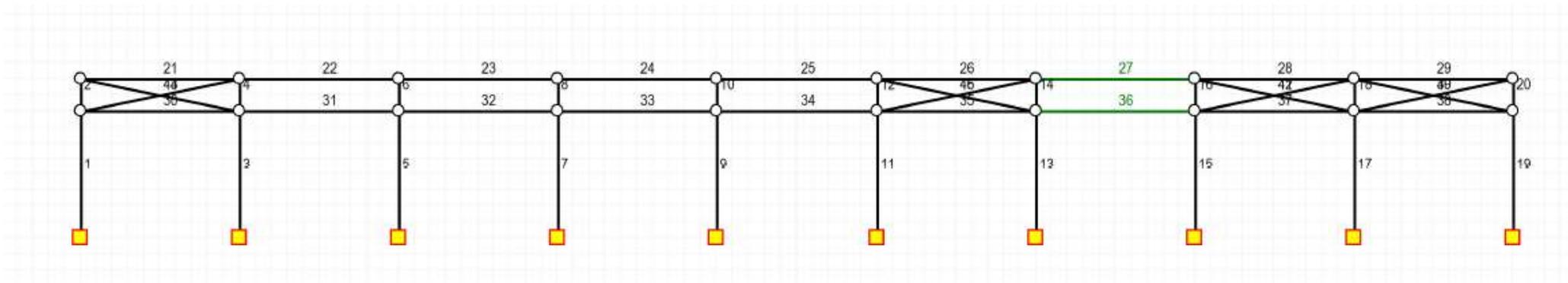


Figura-29. Disposición de las barras de la estructura.

ANEJO III:

CÁLCULO DE CORREAS

ÍNDICE ANEJO III: Cálculo de correas

1.	OBJETO	2
2.	DATOS DE LA OBRA	2
3.	MATERIAL	3
4.	DATOS CORREAS EN CUBIERTA	4
5.	COMBINACIÓN MÁS DESFAVORABLE ELU	4
6.	COMBINACIÓN MÁS DESFAVORABLE ELS	6
7.	CARGAS LINEAL SOBRE LAS CORREAS	8
8.	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA DEL PERFIL	9
8.1.	BASES DE CÁLCULO	9
8.2.	SELECCIÓN DEL PERFIL Y RESISTENCIA A FLEXIÓN	10
9.	COMPROBACIONES DE LA FLECHA	11
10.	RESISTENCIA A MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE COMBINADOS	12

1. OBJETO

El anejo contempla el diseño y caracterización de las correas de la estructura diseñada para guarecer la maquinaria agrícola y el taller.

2. DATOS DE LA OBRA

Separación de pórticos: 5,00 m.

Ángulo de inclinación: 10%.

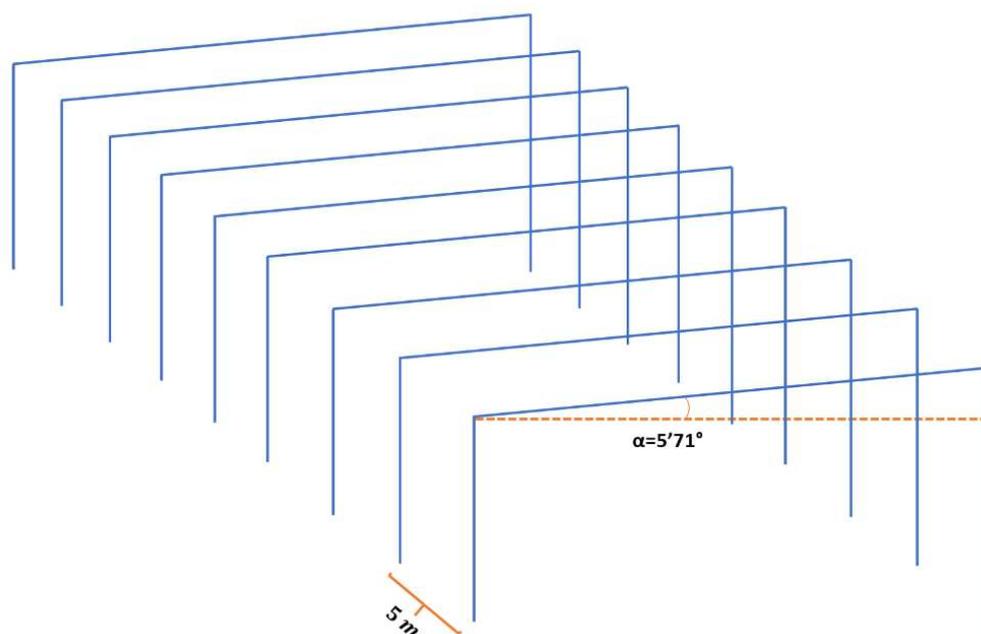


Figura-1. Distribución de los pórticos.

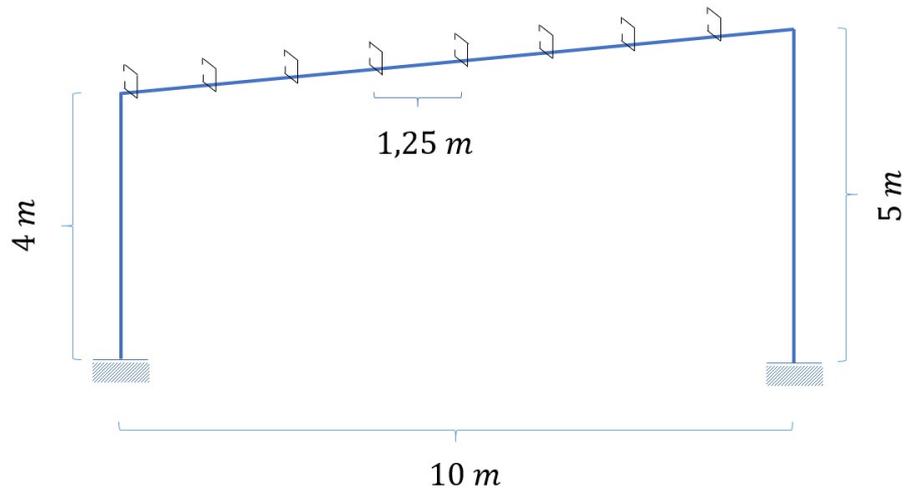


Figura-2. Dimensionado del pórtico principal

Tabla-1. Cargas de la estructura.

Cargas		
A. Permanente	30	kp/m ²
S. Uso	40	kp/m ²
Viento-1 Favorable	142	kp/m ²
Viento-2 Desfavorable	-214	kp/m ²

3. MATERIAL

El acero que se ha seleccionado es un acero laminado en caliente S-275. Este acero es una tipología normalizada sin características especiales. En la **Tabla- 2**, se pueden apreciar sus características.

Tabla-2. Muestra las características del acero

Material	Acero laminado en caliente S-275-JR			
	Caracterización mecánica	Tensión de rotura (fu)		Límite elástico (fy)
430 < fu < 580		kp/cm ²	2.750	kp/cm ²
Caracterización común del acero	Módulo de Elasticidad (E)		Módulo de Rigidez (G)	
	2.100.000	kp/cm ²	810.000	kp/cm ²

Los aceros se designan con una S, Steel que es acero en inglés. Y el grado JR, designa que es un acero de aplicación en construcción ordinaria.

4. DATOS CORREAS EN CUBIERTA

Tipo perfil: IPE-120

Clase: 1. Esta clase evita comprobar la abolladura del perfil.

Límite flecha: $L/250$.

Número de vanos: 2.

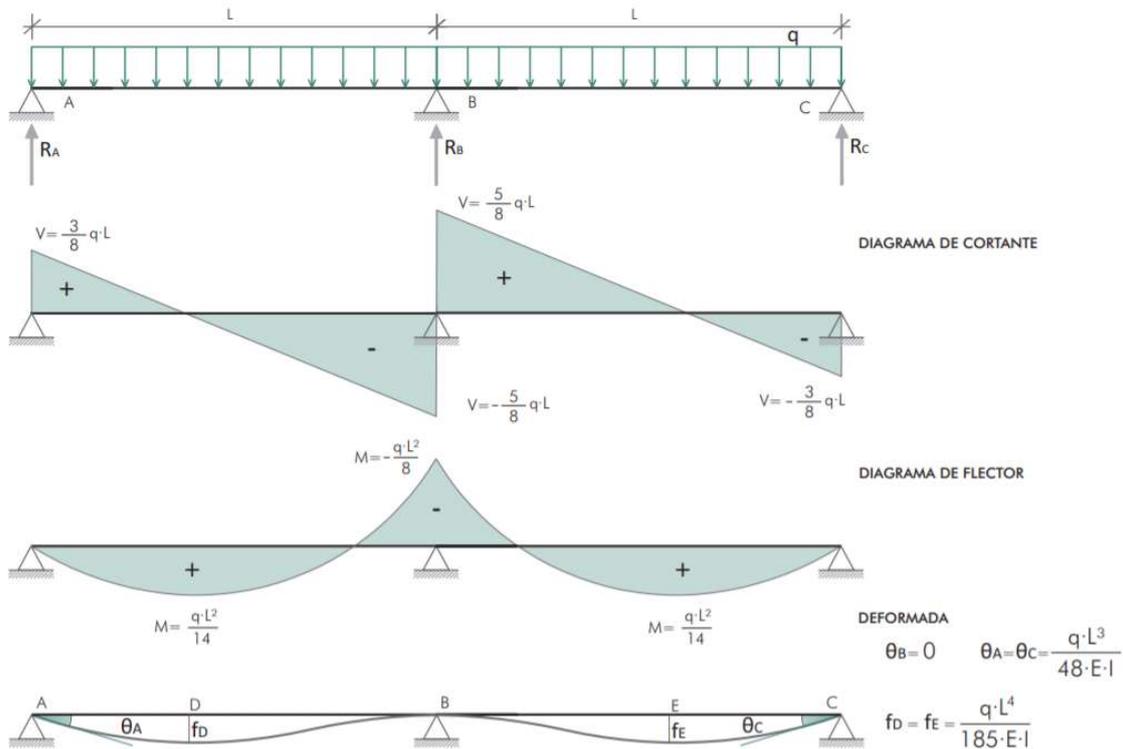


Figura-3. Esfuerzos cortantes y flectores en viga de dos vanos cargada uniformemente

El objetivo de crear dos vanos por cada correa es el de disminuir la magnitud de la flecha generada.

5. COMBINACIÓN MÁS DESFAVORABLE ELU

La combinación que mayor las cargas características, se utilizará para calcular la resistencia del perfil. Como se muestra en la **Tabla-4**, la combinación más desfavorable es la que corresponde al viento favorable (succión), resultado una carga de $-297,12 \text{ kp/m}^2$ en el eje yy; mientras que en el eje zz la carga de uso como carga variable principal, con una carga de 10 kp/m^2 .

En el eje yy:

$$0,8 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{v2} = \left[0,8 \cdot \cos(5'71) \cdot 30 \frac{kp}{m^2} \right] + \left[1,5 \cdot \left(-214 \frac{kp}{m^2} \right) \right] = -297,12 \text{ kp/m}^2$$

En el eje zz:

$$1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q_{uso} = \left[1,35 \cdot \sin(5'71) \cdot 30 \frac{kp}{m^2} \right] + \left[1,5 \cdot \sin(5'71) \cdot 40 \frac{kp}{m^2} \right] = 10,00 \text{ kp/m}^2$$

Donde;

G Carga permanente

Q_{uso} Carga de uso

Q_{v2} Carga de viento de la hipótesis 2.

Las cargas se dividen en fuerzas perpendiculares a los ejes principales (yy-zz, indicados en la **Figura-4**), con los resultados que muestran las **Tablas-4** y 5.

Tabla-3. Combinaciones de hipótesis.

	G	Qu	Qv1	Qv2	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
	A. Permanente	S. Uso	S. Viento 1	S. Viento 2	kp/m ²				
ELU Uso	1,35	1,50	0,00	0,00	40,50	60,00	0,00	0,00	100,00
ELU Viento 1	1,35	0,00	1,50	0,00	40,50	0,00	213,00	0,00	253,50
ELU Viento 2	0,80	0,00	0,00	1,50	24,00	0,00	0,00	-321,00	-297,00

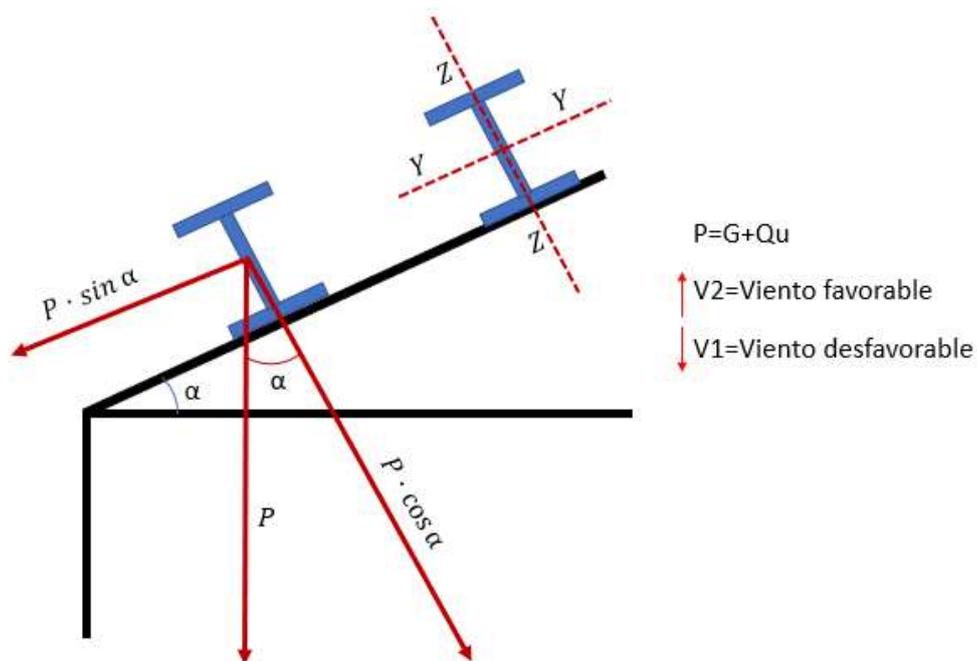
Tabla-4. Cargas perpendiculares al eje principal yy.

Eje YY					
Sobrecarga	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
Unidades	kp/m ²				
ELU	40,30	59,70	0,00	0,00	100,00
	40,30	0,00	213,00	0,00	253,30
	23,88	0,00	0,00	-321,00	-297,12

Tabla-5. Cargas perpendiculares al eje principal zz.

Eje ZZ					
Sobrecarga	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
Unidades	kp/m ²				
ELU	4,03	5,97	0,00	0,00	10,00
	4,03	0,00	0,00	0,00	4,03
	2,39	0,00	0,00	0,00	2,39

Las cargas de viento en la **Tabla-5** son nulas ya que el viento actúa en la misma dirección del eje zz, de manera que la deformación en este es cero. En cambio, en el eje yy, la flecha causada por la carga del viento es total.

**Figura-4.** Esquema de las fuerzas perpendiculares a los ejes del perfil

6. COMBINACIÓN MÁS DESFAVORABLE ELS

La combinación sin mayorar las cargas se utilizará para determinar la flecha de las correas. Como se muestra en la **Tabla-7**, la combinación más desfavorable es la que corresponde al viento favorable (succión), resultado una carga de $-190,12 \text{ kg/m}^2$ en el eje yy; mientras que en el eje zz la carga de uso como carga variable principal, con una carga de $6,96 \text{ kp/m}^2$.

Eje yy:

$$0,8 \cdot G + 1 \cdot Qv2 = \left[0,8 \cdot \cos(5'71) \cdot 30 \frac{kp}{m^2} \right] + \left[1 \cdot \left(-214 \frac{kp}{m^2} \right) \right] = -190,12 \text{ kp/m}^2$$

Eje zz

$$1 \cdot G + 1 \cdot Quso = \left[1 \cdot \sin(5'71) \cdot 30 \frac{kp}{m^2} \right] + \left[1 \cdot \sin(5'71) \cdot 40 \frac{kp}{m^2} \right] = 6,96 \text{ kp/m}^2$$

Las cargas se dividen en fuerzas perpendiculares a los ejes principales (yy-zz, indicados en la **Figura-1**), con los resultados que muestra la **Tabla-4**.

Tabla-6. Combinaciones de acciones.

	G	Qu	Qv1	Qv2	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
	A. Permanente	S. Uso	S. Viento 1	S. Viento 2	kp/m ²				
ELS Uso	1	1	0	0	30,00	40,00	0,00	0,00	70,00
ELS Viento 1	1	0	1	0	30,00	0,00	142,00	0,00	172,00
ELS Viento 2	0,8	0	0	1	24,00	0,00	0,00	-214,00	-190,00

Tabla-7. Cargas perpendiculares al eje principal yy.

Eje YY					
Sobrecarga	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
Unidades	kp/m ²				
ELS	29,85	39,80	0,00	0,00	69,65
	29,85	0,00	142,00	0,00	171,85
	23,88	0,00	0,00	-214,00	-190,12

Tabla-8. Cargas perpendiculares al eje principal zz.

Eje ZZ					
Sobrecarga	G	Qu	Qv1	Qv2	TOTAL
Unidades	kp/m ²				
ELS	2,98	3,98	0,00	0,00	6,96
	2,98	0,00	0,00	0,00	2,98
	2,39	0,00	0,00	0,00	2,39

7. CARGAS LINEAL SOBRE LAS CORREAS

Las cargas perpendiculares al eje yy (q_{yy}) o al eje zz (q_{zz}), se determinan por la expresión,

$$q\left(\frac{kp}{m}\right) = \frac{q_s\left(\frac{kp}{m^2}\right) \cdot L(m) \cdot d(m)}{L(m)}$$

Donde;

- q Carga lineal sobre la correa en kp/m.
- q_s Carga superficial de la combinación más desfavorable en kp/m² indicadas en las **Tablas-4, 5, 7 y 8.**
- L Longitud de la correa, 10 m
- d Separación de correas, 1,25 m

Se ha seleccionado una separación de 1,25 m, ya que el programa Cype aconseja esta longitud como distancia mínima de separación entre correas para un perfil IPE. Por otro lado, esta separación nos permite dividir la viga de 10 m en un número entero.

Carga sobre el eje yy. Utilizada para comprobar la resistencia del perfil (Combinación ELU)

$$q_{yy} = \frac{297,12\left(\frac{kp}{m^2}\right) \cdot 10(m) \cdot 1,25(m)}{10(m)} = 371,40 \text{ kp/m}$$

Carga sobre el eje yy. Utilizada para comprobar la flecha (Combinación ELS)

$$q_{yy} = \frac{190,12\left(\frac{kp}{m^2}\right) \cdot 5(m) \cdot 1,25(m)}{5(m)} = 237,65 \text{ kp/m}$$

Carga sobre el eje zz. Utilizada para comprobar la resistencia del perfil (Combinación ELU)

$$q_{zz} = \frac{10,00\left(\frac{kp}{m^2}\right) \cdot 5(m) \cdot 1,25(m)}{5(m)} = 12,50 \text{ kp/m}$$

Carga sobre el eje zz. Utilizada para comprobar la flecha (Combinación ELS)

$$q_{zz} = \frac{6,96\left(\frac{kp}{m^2}\right) \cdot 5(m) \cdot 1,25(m)}{5(m)} = 8,70 \text{ kp/m}$$

**El signo de la carga es indiferente, ya que el acero trabaja igual a compresión a que a tracción.

8. COMPROBACIONES DE RESISTENCIA DEL PERFIL

8.1. BASES DE CÁLCULO

La selección del perfil se determina por el cumplimiento de la siguiente desigualdad,

Rendimiento del perfil, η

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1$$

Donde;

M_{Ed} Momento flector solicitante más desfavorable de cálculo que en el caso es en el apoyo central, punto B

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

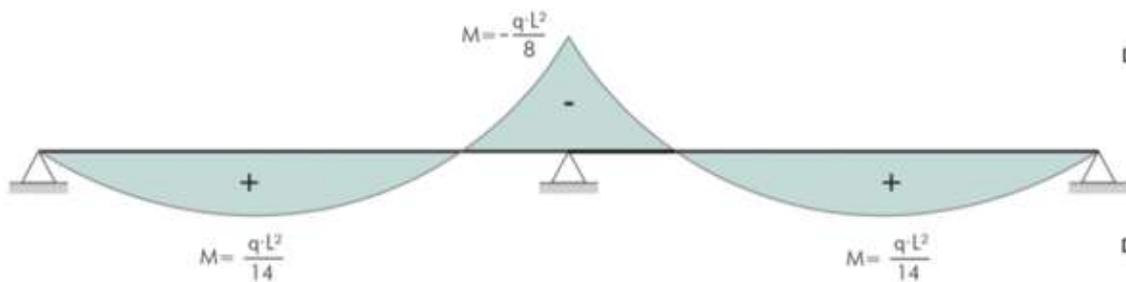


Figura-5. Esfuerzos flectores en viga de dos vanos cargada uniformemente

$M_{pl,Rd}$ Momento resistente plástico de la sección (Clase 1).

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} = W_{pl} \cdot 2.619 \text{ kp/cm}^2$$

Donde;

W_{pl} Momento plástico de la sección que se comprueba.

f_{yd} Resistencia de cálculo del acero, 2.619 kp/cm².

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2.750 \text{ kp/cm}^2}{1,05} = 2.619 \text{ kp/cm}^2$$

f_y Límite elástico del acero S-275, 2.750 kp/cm².

γ_{M0} Coeficiente parcial de seguridad del material, 1,05.

8.2. SELECCIÓN DEL PERFIL Y RESISTENCIA A FLEXIÓN

Las **Tablas-9** y **10** resume los resultados del cálculo. El **perfil seleccionado es un IPE-120**. El perfil tiene un rendimiento del 82%.

Debido a la disposición inclinada del perfil, la resistencia a flexión debe cumplir la siguiente desigualdad,

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}(eje \text{ } yy) + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}(eje \text{ } zz) \leq 1$$

$$\eta = \frac{116.015,63 \text{ cm} \cdot \text{kp}}{159.055 \text{ cm} \cdot \text{kp}}(eje \text{ } yy) + \frac{3.906,25 \text{ cm} \cdot \text{kp}}{50.417 \text{ cm} \cdot \text{kp}}(eje \text{ } zz) \leq 0,73 + 0,08 = 0,81 \leq 1$$

Tabla-9. Selección del perfil por resistencia a flexión simple en el eje yy

Sección a flexión eje yy							
q	M _{Ed}	M _{Ed}	Perfil	W _{pl}	f _{yd}	M _{pl,Rd}	η
m·kp	m·kp	cm·kp		cm ³	kp/cm ²	cm·kp	
371,40	1.160,63	116.0162,50	IPE-140	88,34	2.619	231.367	50%
			IPE-120	60,73	2.619	159.055	73%
			IPE-100	39,41	2.619	103.217	112%

Tabla-10. Rendimiento del perfil en el eje zz.

sección a flexión eje zz							
q	M _{Ed}	M _{Ed}	Perfil	W _{pl}	f _{yd}	M _{pl,Rd}	η
m·kp	m·kp	cm·kp		cm ³	kp/cm ²	cm·kp	
12,50	39,06	3.906,25	IPE-120	19,25	2.619	50.417	8%

Donde;

M_{Ed} Momento flector solicitante más desfavorable.

W_{pl} Mometo resistente plástico del perfil.

f_{yd} Resistencia de cálculo del acero.

$M_{p,Rd}$ Momento resistente plástico de la sección.

η Rendimiento del perfil.

9. COMPROBACIONES DE LA FLECHA

Se considera un límite de flecha de $L/250$, que resulta de 2 cm.

$$\text{Límite de flecha} = \frac{L}{250} = \frac{500 \text{ cm}}{250} = 2 \text{ cm}$$

El cálculo de la flecha en los ejes principales se determina mediante la expresión,

Flecha máxima admitida.

$$f = \frac{q \cdot L}{185 \cdot E \cdot I}$$

Donde;

q Carga lineal en kp/cm

L Longitud de la correa en cm

E Módulo de elasticidad del acero, 2.100.000 kp/cm²

I Momento de inercia de la sección en cm⁴

Los resultados de las flechas en los ejes principales se muestran en la **Tabla-11** y 12. La flecha total es de 1,32 cm, lo que supone un aprovechamiento del 66%.

$$\text{flecha calculada} = \sqrt{f_{yy}^2 + f_{zz}^2} = \sqrt{1,2^2 + 0,5^2} = 1,3 \text{ cm}$$

$$\text{provechamiento} = \frac{\text{flecha calculada}}{\text{Límite de flecha}} \cdot 100 = \frac{1,2 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} \cdot 100 = 60\%$$

Tabla-11. Flecha de cálculo para el eje yy

Flecha eje yy							
q	MEd	MEd	Perfil	lyy	flecha máx.	flecha cálculo	η
m·kp	m·kp	cm·kp		cm ⁴	cm	cm	
237,65	424,38	42.437,50	IPE-140	541,22	2	0,7	35%
			IPE-120	317,75	2	1,2	60%

Tabla-12. Flecha de cálculo para el eje zz

Flecha eje zz							
q	MEd	MEd	Perfil	lzz	flecha máx.	flecha cálculo	η
m·kp	m·kp	cm·kp		cm ⁴	cm	cm	
8,70	27,19	2.718,75	IPE-120	27,67	2	0,5	25%

10. RESISTENCIA A MOMENTO FLECTOR Y FUERZA CORTANTE COMBINADOS

A efectos de simplificación de los cálculos de las tensiones tangenciales, el cortante se considera que actúa únicamente en el eje yy, con la combinación más desfavorable indicada en la **Tabla-4** y el valor de 297,12 kp/m².

Eje yy

El equivalente en carga lineal es de 371,40 kp/m.

$$q_{yy} = \frac{297,12 \left(\frac{\text{kp}}{\text{m}^2}\right) \cdot 5(\text{m}) \cdot 1,25(\text{m})}{5(\text{m})} = 371,40 \text{ kp/m}$$

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$ de la sección IPE-120.

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{pl,Rd}}{2}$$

$$1.160,62 \text{ kp} \leq \frac{8.312,98}{2} \text{ kp}$$

$$1.160,62 \text{ kp} \leq 4.156,48 \text{ kp}$$

Donde,

V_{Ed} Esfuerzo cortante solicitante de cálculo.

$$V_{Ed} = \frac{5}{8} \cdot q \cdot L = \frac{5}{8} \cdot 371,40 \frac{\text{kp}}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m} = 1.160,62 \text{ kp}$$

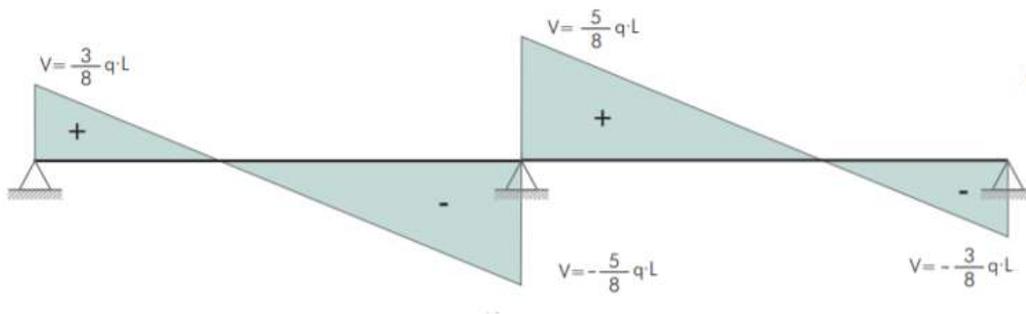


Figura-6. Esfuerzos cortantes en viga de dos vanos cargada uniformemente

$V_{c,Rd}$ se determina mediante la expresión,

$$V_{c,Rd} = \frac{f_y d}{\sqrt{3}} \cdot A_{alma} = \frac{2619 \text{ kp/cm}^2}{\sqrt{3}} \cdot 5,49 \text{ cm}^2 = 8.312,97 \text{ kp}$$

$$A_{eficaz a cortante} (IPE120) = 1,04 \cdot h \cdot e = 1,04 \cdot 120 \cdot 4,4 = 549,12 \text{ mm}^2 = 5,49 \text{ cm}^2$$

$$f_y d = \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{2750 \text{ kp/cm}^2}{1,05} = 2619 \text{ kp/cm}^2$$

f_y Límite elástico del acero S275, 2750 kp/cm²

γ_{M0} Coeficiente parcial de seguridad del material; 1,05

h Canto del perfil; 120mm. (Figura-8.)

e Espesor del alma; 4,4mm. (Figura-8.)

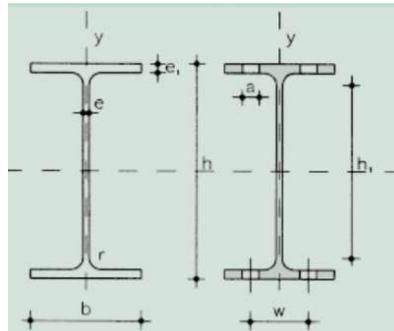


Figura-7. Dimensiones de un perfil IPE.

Perfil	Dimensiones							Términos de sección									
	h mm	b mm	e mm	e ₁ mm	r ₁ mm	h ₁ mm	u mm	A cm ²	S _x cm ³	I _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	I _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	I _t cm ⁴	I _p cm ⁶
IPE 80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	0,721	118
IPE 100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	1,140	351
IPE 120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	1,770	890
IPE 140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,40	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	2,630	1.981

Figura-8. Dimensiones y valores mecánicos de perfiles IPE

ANEJO IV:

CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN

ÍNDICE ANEJO IV: Cálculo de la cimentación

1	OBJETO	2
2	NORMATIVA	2
3	CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	2
4	ESFUERZOS CONSIDERADOS	2
4.1	ESTABILIDAD Y TENSIONES SOBRE EL TERRENO	2
4.2	DIMENSIONADO DE LAS ARMADURAS	4
5	MATERIAL	5
6	CARÁCTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS	6
7	TENSIONES SOBRE EL TERRENO	6
8	COMPROBACIÓN AL VUELCO	11
9	COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO	12
10	CÁLCULO DE LAS ARMADURAS	12
10.1	CÁLCULO DE LAS TENSIONES.....	12
10.2	CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS SOBRE LAS ARMADURAS.....	14

1 OBJETO

El anejo contempla el diseño y caracterización de las zapatas de cimentación.

Se diseñan para los esfuerzos más desfavorables que son los del taller al tratarse de una construcción cerrada que soporta las cargas de viento lateral.

En el diseño han prevalecido criterios formativos, en el sentido de que se ha pretendido que los cálculos pudieran hacerse manualmente, sin el concurso de programas de cálculo.

De manera que los resultados, si bien son rigurosos desde el punto de vista técnico, adolecen de un análisis de alternativas que por su complejidad deberían realizarse con soporte de programas de cálculo, al objeto de obtener soluciones más económicas y profesionales.

2 NORMATIVA

Instrucción de hormigón estructural: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Atendiendo a los conocimientos que se tiene del terreno, se considera una capacidad portante del mismo de 2 kp/cm².

$$\sigma_{ad} = 2 \text{ kp/cm}^2$$

Donde,

σ_{ad} Tensión admisible por el suelo.

4 ESFUERZOS CONSIDERADOS

4.1 ESTABILIDAD Y TENSIONES SOBRE EL TERRENO

Para el dimensionamiento y comprobación de la estabilidad de las zapatas y las tensiones del terreno, se han considerado las acciones características (sin coeficientes de mayoración) obtenidas de los Estados Límites de Servicio (ELS) que dan como resultado los esfuerzos que se muestra en la **Tabla-1**.

Tabla-1. Esfuerzos finalmente considerados

	kN · m	kN	kp · cm	kp	kp · m
ME _{dxx}	78,05		780.470,00		7.804,70
ME _{dyy}	8,41		84.100,00		7.804,70
NE _d		47,57		4.757,00	
VE _d		26,19		2.619,00	

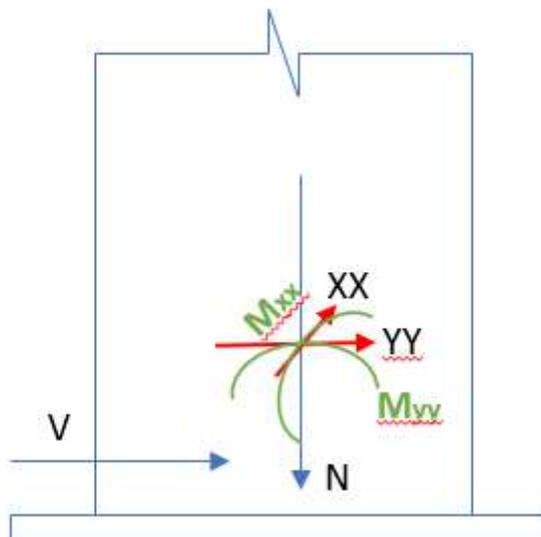
Tabla-2. ELS consideradas eje xx

Hipótesis	Barra	Perfil		Posición	NEd (kN)	VEd (kN)	MEd (kN·m)	L (m)
ELS Viento	1	300	Max	f	44,33	23,05	-68,96	4
ELS Viento	2	300	Max	f	-44,59	14,9	53,423	4
ELS Viento	1	300	Max	f	47,57	26,19	78,047	4
ELS Viento	2	300	Max	f	48,13	-16,33	59,59	4
ELS Viento	15	300	Min	i	3,51	11,304	-8,408	4

En la **Tabla-2** y **3**, se puede apreciar que la combinación más desfavorable es la que está sombreada en gris.

Tabla-3. ELS consideradas eje yy

Hipótesis	Barra	Perfil		Posición	NEd (kN)	VEd (kN)	MEd (kN·m)	L (m)
ELS Viento	15	300	Min	i	3,51	11,304	-8,408	4

**Figura-1.** Ilustración de los ejes en los que se descomponen los esfuerzos.

4.2 DIMENSIONADO DE LAS ARMADURAS

En el dimensionado estructural del hormigón y de las armaduras se consideran las hipótesis de cargas en los estados límite últimos de rotura (ELU). Se calculan exclusivamente para el eje xx y se replicará la armadura resultante en el eje yy.

Como criterio más conservador, se consideran los pésimos de cada combinación, resultando los esfuerzos expuestos en la **Tabla-4**.

Tabla-4. Esfuerzos finalmente considerados. ELU.

	kN·m	kN	kp·cm	kp	kp·m
MEd (eje xx)	121,56		1.215.580,00		12.156,00
NEd		74,14		7.414,00	
VEd		-77,83		- 7.783,00	

Tabla-5. Esfuerzos desfavorables del Estado Límite Último.

Hipòtesis	Barra	Lloc	NEd (kN)	VEd (kN)	MEd (kN·m)	Longitud (m)
ELU Uso	1	f	-30,16	-14,83	-44,48	5,00
ELU Viento	1	i	32,81	44,17	-69,94	5,00
ELU Uso	3	i	12,52	28,65	-44,48	10,05
ELU Viento	3	i	2,03	-33,17	53,79	10,05
ELU Uso	1	i	-27,14	-13,17	-39,54	5,00
ELU Viento	1	i	-65,13	-54,02	-101,76	5,00
ELU Viento	2	f	65,56	21,95	78,78	4,00
ELU Uso	3	i	-11,18	25,48	-39,54	10,05
ELU Viento	3	i	-28,14	66,36	-101,76	10,05
ELU Uso	1	i	-27,14	-13,17	-39,54	5,00
ELU Viento	1	i	74,14	40,77	121,56	5,00
ELU Viento	2	f	75,06	-25,56	93,02	4,00
ELU Uso	3	i	11,18	25,48	-39,54	10,05
ELU Viento	3	i	33,10	-77,83	121,56	10,05
ELU Viento	15	i	4,16	16,69	-12,06	4,00
ELU Viento	37	i	-10,79	0,58	-1,10	5,00
ELU Viento	47	f	-10,77	-0,88	-0,08	6,40
ELU Viento	19	i	-9,70	7,54	-5,64	4,00
ELU Viento	50	i	9,64	-0,08	0,09	6,40

Donde,

i Inicio de la barra.

f Final de la barra.

La combinación marcada en negrita en la **Tabla-5**, es la más desfavorable y, por tanto, la que se utilizará para el dimensionado de la estructura de hormigón.

5 MATERIAL

Hormigón HA-25/20/B/IIb

Densidad del hormigón armado: 2.500 kp/m³.

Barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón armado B-400-S según UNE 36 068-94.

6 CARÁCTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS

La cimentación se realizará mediante zapatas aisladas con las dimensiones indicadas y arriostradas en todo el perímetro mediante vigas de atado de 40x40 cm según se indica en el **Plano 6.1/6**.

	mm	m
a_1	2.000	2,00
b_1	1.500	1,50
h	800	0,80

Donde,

a_1 y b_1 Ancho y largo de la zapata.

h Canto de la zapata.

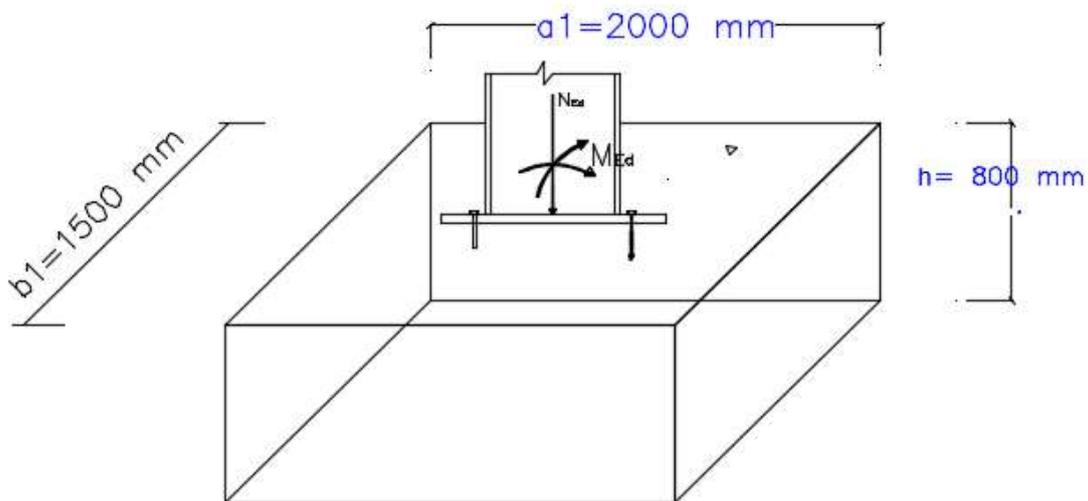


Figura-2. Anclaje de pilar y zapata. Y sus respectivas dimensiones.

7 TENSIONES SOBRE EL TERRENO

Se determinan mediante la ecuación de Navier con una distribución de tensiones según se indica en la **Figura-3** y 4.

El cálculo de la tensión máxima y mínima se ha realizado a través de la siguiente ecuación:

$$\sigma_{+/-} = \frac{N_{Ed} + P}{a_1 \cdot b_1} \pm \frac{M_{Ed}}{W_{xx}} \pm \frac{M_{Ed}}{W_{yy}} = \frac{N_{Ed} + P}{a_1 \cdot b_1} \pm \frac{M_{Ed} \cdot 6}{b_1 \cdot a_1^2} \pm \frac{M_{Ed} \cdot 6}{a_1 \cdot b_1^2}$$

$$W_{xx} = \frac{I_{xx}}{a_1/2} = \frac{\frac{b_1 \cdot a_1^3}{12}}{a_1/2} = \frac{b_1 \cdot a_1^2}{6}$$

$$W_{yy} = \frac{I_{yy}}{b_1/2} = \frac{\frac{a_1 \cdot b_1^3}{12}}{b_1/2} = \frac{a_1 \cdot b_1}{6}$$

Donde,

σ_+ Tensión MÁXIMA de compresión (kp/cm²)

σ_- Tensión MÁXIMA de tracción (kp/cm²)

P Peso de la zapata (kp)

a_1 largo de la zapata (200 cm)

b_1 Ancho de la zapata (150 cm)

N_{Ed} Esfuerzo axial sobre la zapata (4.757 kp)

M_{Ed} , en el eje xx Momento flector sobre la zapata (780.470 kp·cm)

M_{Ed} , en el eje yy Momento flector sobre la zapata (84.100 kp·cm)

I_{xx} Momento de inercia sobre el eje x de la sección de la zapata (cm⁴)

W_{xx} Módulo resistente sobre el eje x de la sección de la zapata (cm)

W_{yy} Módulo resistente sobre el eje y de la sección de la zapata (cm)

Para la obtención de la resistencia característica del terreno (P) se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$P = a_1 \cdot b_1 \cdot h \cdot d = 2,0 \text{ m} \cdot 1,5 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ m} \cdot 2.500 \text{ kp/m}^3 = 6.000 \text{ kP}$$

La tensión admisible por el suelo, debe ser superior a la tensión máxima.

$$\sigma_{ad} > \sigma_+$$

$$2 \text{ kp/cm}^2 > 1,25 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_+ = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$$

$$\sigma_- = \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$$

Operando los resultados que se obtiene son los siguientes valores, menores que los indicados en la **Tabla-6** y mostrados gráficamente en las **Figuras 2 y 3**.

Tabla-6.

kp/cm ² σ_1	kp/cm ² σ_2	kp/cm ² σ_3	kp/cm ² $\sigma_{+/-}$
0,36	0,78	0,11	1,25
0,36	-0,78	-0,11	-0,53

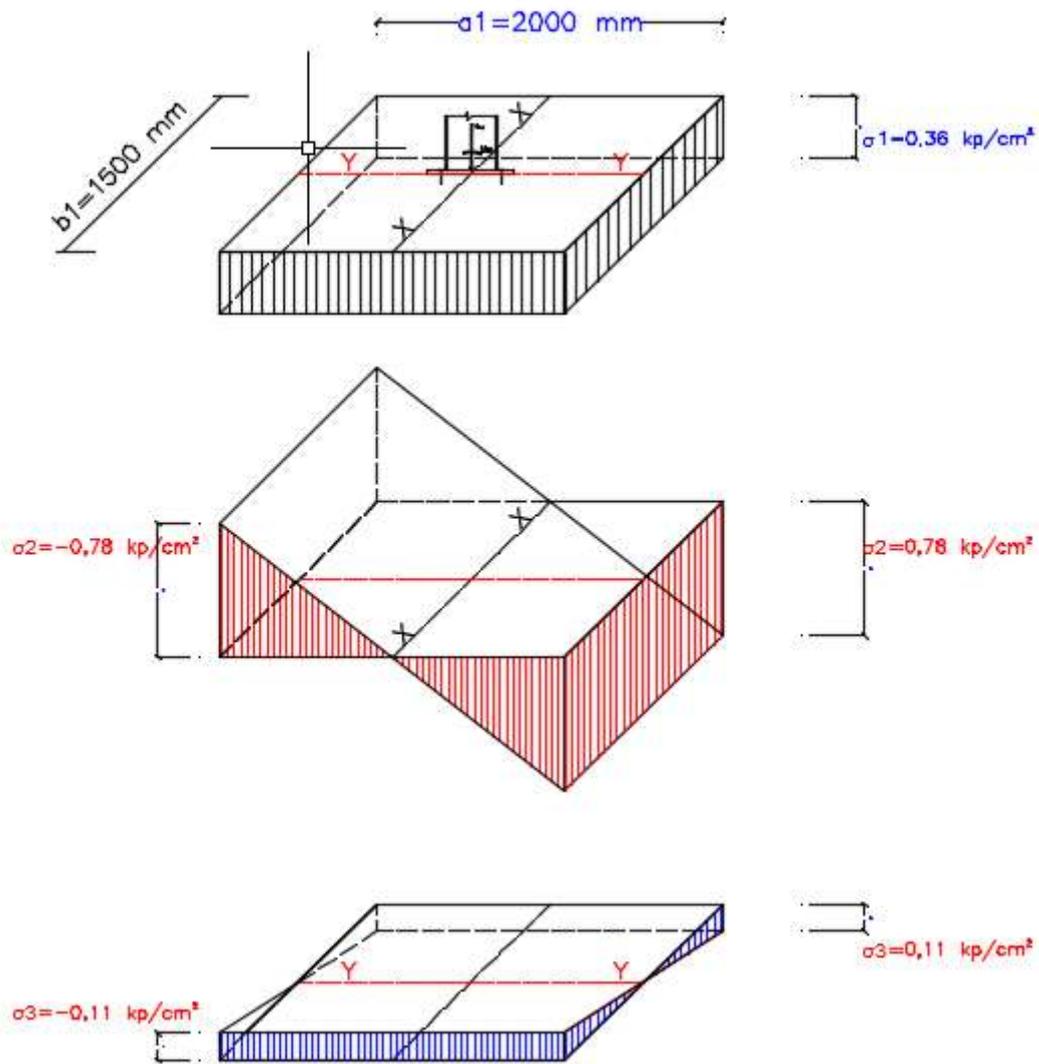


Figura-3. Tensiones sobre el terreno individualizadas

En el primer modelo de la **Figura-3**, tenemos en cuenta la tensión de compresión, en el segundo la tensión de tracción/compresión sobre el eje xx y en el tercero la tensión de tracción/compresión sobre el eje yy.

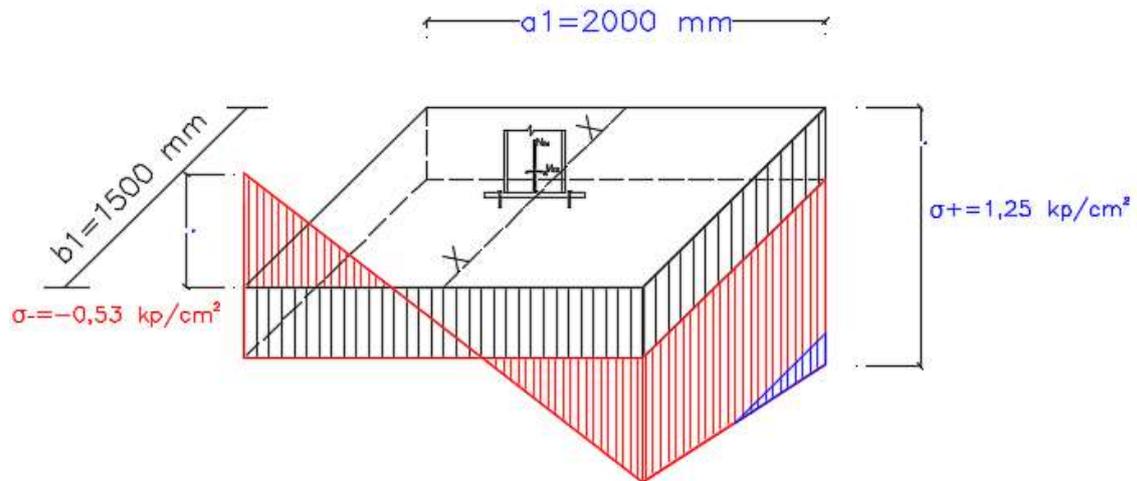


Figura-4. Tensiones MÁXIMAS sobre el terreno

Donde,

- a_1 largo de la zapata (200 cm)
- b_1 Ancho de la zapata (150 cm)
- h Canto de la zapata (80 cm)
- σ Tensión (kp/cm^2)
- σ_1 Tensión de compresión (kp/cm^2)
- σ_2 Tensión de tracción/compresión sobre el eje xx (kp/cm^2)
- σ_3 Tensión de tracción/compresión sobre el eje yy (kp/cm^2)
- σ_+ Tensión MÁXIMA de compresión (kp/cm^2)
- σ_- Tensión MÁXIMA de tracción (kp/cm^2)

8 COMPROBACIÓN AL VUELCO

La estabilidad al vuelco de la zapata se garantiza mediante el cumplimiento de la siguiente desigualdad:

$$(N + P) \cdot \frac{a_1}{2} > (M_{Ed} + V_{Ed} \cdot h) \cdot \gamma$$

$$1.075.000 \text{ kp} \cdot \text{cm} > 990.000 \text{ kp} \cdot \text{cm}^1$$

Dónde,

- N Esfuerzo axial sobre la zapata (4.757 kp)
- P Peso de la zapata (6.000 kp)
- a_1 Largo de la zapata (200 cm)
- M_{Ed} Momento flector sobre la zapata (780.470 kp·cm)
- V_{Ed} Cortante sobre la zapata (2.619 kp)
- h Canto de la zapata (80 cm)
- γ Coeficiente de seguridad al vuelco (1,5)

¹ Debido a un error de cálculo no se aplicó el coeficiente de 1,5. Esta situación significa que el coeficiente de seguridad adoptado es de 1,09 (10.750/9.900). Como criterio de proyectista se considera suficiente al existir fuerzas estabilizadoras favorables que no se han considerado (Empuje activo del terreno y la resistencia estructural del pórtico). Por otra parte, esta situación afecta exclusivamente al pórtico intermedio del taller; Los dos pórticos laterales del taller tendrán la mitad de la carga de viento lateral y el resto de los pórticos del cobertizo apenas tendrán esfuerzos de viento lateral que es el que provoca el momento de vuelco.

9 COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO

La estabilidad al deslizamiento de la zapata se garantiza mediante el cumplimiento de la siguiente desigualdad:

$$(N + P) \cdot \text{tang}\Phi > V \cdot \gamma$$

$$6.211 \text{ kp} > 3.929 \text{ kp}$$

Dónde,

- N Esfuerzo axil sobre la zapata (4.757 kp)
- P Peso de la zapata (6.000 kp)
- Φ Angulo de rozamiento interno del terreno (30°)
- V_{Ed} Cortante sobre la zapata (2.619 kp)
- γ Coeficiente de seguridad al deslizamiento (1,5)

10 CÁLCULO DE LAS ARMADURAS

10.1 CÁLCULO DE LAS TENSIONES

Se determinan mediante la ecuación de Navier con una distribución de tensiones según se indica en la **Figura-5**. Los esfuerzos son ELU.

En esta situación no se considera el peso de la zapata.

$$\sigma_{1,2} = \frac{N}{a_1 \cdot b_1} \pm \frac{M}{W_{xx}} = \frac{N}{a_1 \cdot b_1} \pm \frac{M \cdot 6}{b_1 \cdot a_1^2}$$

$$W_{xx} = \frac{I_{xx}}{a_1/2} = \frac{\frac{b_1 \cdot a_1^3}{12}}{a_1/2} = \frac{b_1 \cdot a_1^2}{6}$$

Donde,

- a_1 Largo de la zapata (200 cm)
- b_1 Ancho de la zapata (150 cm)

h	Canto de la zapata (80 cm)
d	Densidad del hormigón (2.500.000.000 kp/cm ³)
σ	Tensión (kp/cm ²)
σ_1	Tensión de compresión (kp/cm ²)
σ_2	Tensión de tracción (kp/cm ²)
N	Esfuerzo axial sobre la zapata (7.414 kp)
M	Momento flector sobre la zapata (1.215.580 kp·cm)
I _{xx}	Momento de inercia sobre el eje x de la sección de la zapata (cm ⁴)
W _{xx}	Módulo resistente sobre el eje x de la sección de la zapata (cm)

Operando los resultados que se obtiene son los siguientes valores de tensiones reflejadas en la **Figura-4**.

	kp/cm ²	kp/cm ²	kp/cm ²
σ_1	0,25	1,22	1,46
σ_2	0,25	1,22	- 0,97

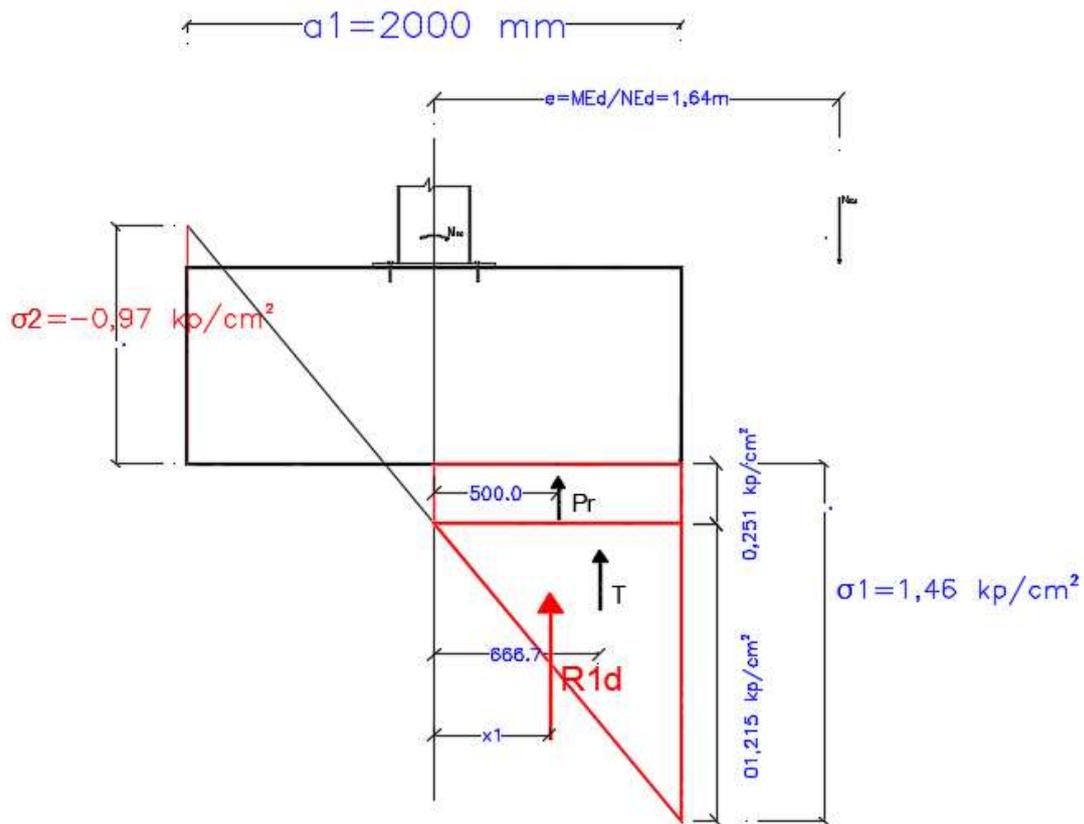


Figura-5. Diagramas de esfuerzos con ELU para el cálculo de las armaduras

10.2 CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS SOBRE LAS ARMADURAS

Bases de cálculo

Al tratarse de zapatas rígidas se determina según el artículo 58.4 EHE-08, siguiendo el esquema de la **Figura-6**, donde **Td** expresa el valor de tracción que deben soportar las armaduras.

En el cálculo no se tiene en cuenta ni el peso de la tierra ni el propio de la zapata.

Zapatas Rígidas

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85d} x_1 = A_s f_{yd}$$

$$\text{con } f_{yd} \leq 400 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

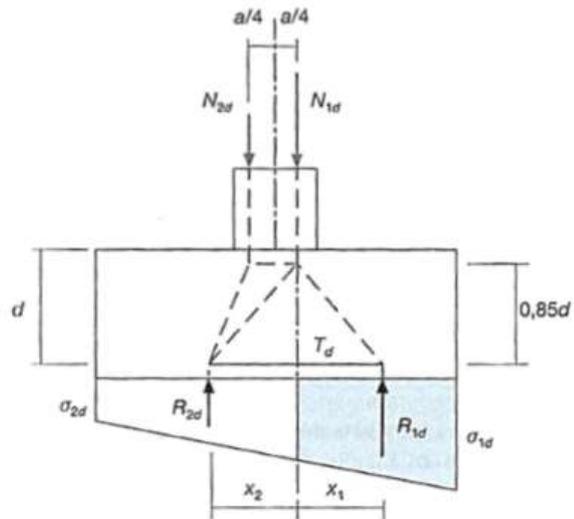


Figura-6. Diagramas y fórmulas para el cálculo estructural de las zapatas rígidas.

Los esfuerzos NEd y MEd tienen una fuerte excentricidad que supera el valor a 1/6, de forma que la distribución de esfuerzos representada en la **Figura-6**, es triangular en lugar de trapezoidal, cambiando la expresión matemática utilizada para calcular los esfuerzos de tracción que deben soportar las armaduras (T_d).

Si

$$e_d > \frac{a_1}{6}$$

e_d Excentricidad.

a_1 Largo de la zapata

Esta desigualdad se justifica con las siguientes operaciones:

$$e_d = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{121,56 \text{ kN} \cdot \text{m}}{74,14 \text{ kN} \cdot \text{m}} = 1,64 \text{ m}$$

$$\frac{a_1}{6} = \frac{2 \text{ m}}{6} = 0,33 \text{ m}$$

T_d , por lo tanto, adopta la expresión siguiente:

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} (x_1 - [0,25 \cdot a]) = A_s \cdot f_{yd}$$

Debe recordarse la resistencia característica del acero de armaduras B400S,

$$f_{yd} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma} = \frac{400 \text{ N/mm}^2}{1,15} = 347,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 3,478 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

Donde,

T_d Esfuerzos de tracción que deben soportar las armaduras.

R_{1d} Esfuerzos generados por la reacción el suelo

d Parrillado de armado (75 cm)

a Dimensión de la placa base (500 mm)

x₁ Punto de aplicación de la resultante de R_{1d}

A_s Área efectiva de las barras de armado

f_{yk} Límite plástico del acero de armaduras B400S (400 N/mm²)

f_{yd} Resistencia admisible del acero de armaduras

γ Coeficiente parciales de seguridad del acero (1,15)

Determinación de los esfuerzos generados por la reacción del suelo

El valor de los esfuerzos que deberán soportar las armaduras se calcula mediante los volúmenes tensionales que muestran la **Figura-7**.

Por lo que se refiere a **paralelepípedo regular**, el volumen de esfuerzos viene dado por,

Esfuerzo Pr:

$$\text{Esfuerzo } Pr = 0,251 \frac{kp}{cm^2} \cdot 100 \text{ cm} \cdot 150 \text{ cm} = 3.765 \text{ kp}$$

El volumen de esfuerzo que genera la **figura triangular**, se calcula mediante,

Esfuerzo T:

$$\text{Esfuerzo } T = \frac{1,215 \frac{kp}{cm^2} \cdot 100 \text{ cm}}{2} \cdot 150 \text{ cm} = 9.112,50 \text{ kp}$$

La resultante será la suma,

$$R_{1d} = 3.765 \text{ kp} + 9.112,5 \text{ kp} = 12.877,5 \text{ kp} = 128.775 \text{ N}$$

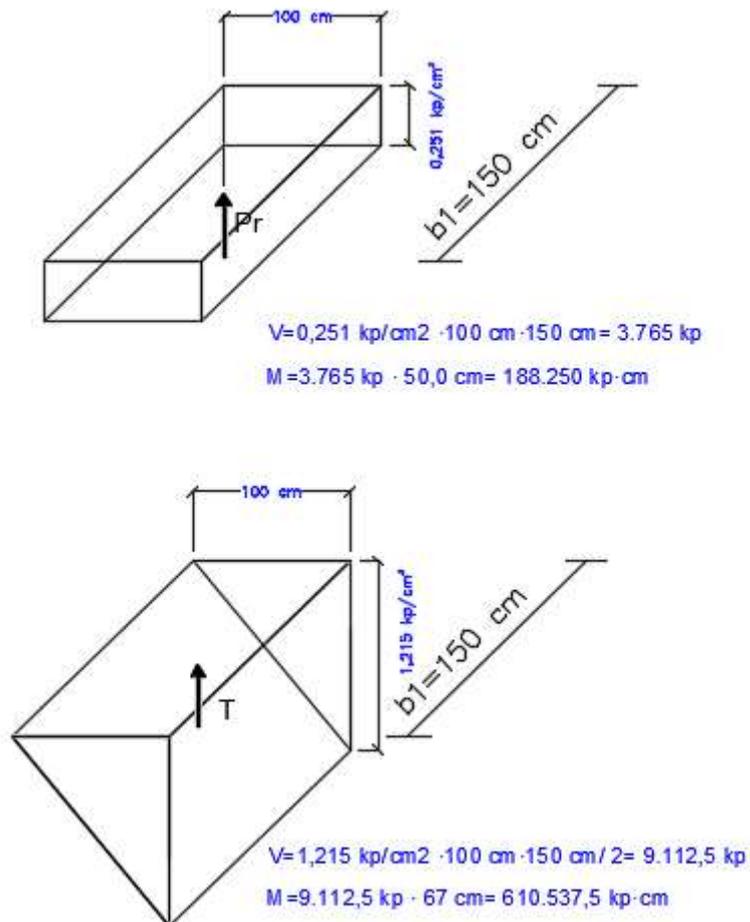


Figura-7. Esfuerzos

Cálculo del punto de aplicación

Deben igualarse los momentos con respecto al eje de la pieza,

$$R_{1d} \cdot x_1 = M_{Pr} + M_T = (188.250 + 1.221.075) \text{ kp} \cdot \text{cm} \text{ (Figura-4)}$$

M_{Pr} Momento del esfuerzo Pr sobre el eje de la zapata **(Figura-4)**

$$M_{Pr} = 3.765 \text{ kp} \cdot 50 \text{ cm} = 188.250 \text{ kp} \cdot \text{cm}$$

M_T Momento del esfuerzo T sobre el eje de la zapata **(Figura-4)**

$$M_T = 9.112,50 \text{ kp} \cdot 67 \text{ cm} = 610.537,5 \text{ kp} \cdot \text{cm}$$

La fórmula empleada es esfuerzo, multiplicado por la distancia de aplicación al eje de la pieza.

Solucionando la ecuación para despejar x_1 ,

$$x_1 = \frac{M_{Pr} + M_T}{R_{1d}} = \frac{(188.250 + 610.537,5) \text{ kp} \cdot \text{cm}}{12.877,5 \text{ kp}} = 62,1 \text{ cm}$$

Cálculos de las armaduras

La sección de acero se determina,

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} (x_1 - 0,25a) = A_s \cdot f_{yd}$$

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0,85 \cdot d} (x_1 - 0,25a) = \frac{12.877,5 \text{ kp}}{0,85 \cdot 75} \cdot (62,1 - 0,25 \cdot 50) = 10.019,2 \text{ kp}$$

$$T_d = A_s \cdot f_{yd}$$

$$A_s = \frac{T_d}{f_{yd}} = \frac{10.019,20 \text{ kp}}{3.478 \text{ kp/cm}^2} = 2,88 \text{ cm}^2 = 288 \text{ mm}^2$$

Se colocarán redondos de $\Phi 12$, de manera que el número de redondos se determina, mediante la expresión,

Sección útil de las barras de $\Phi 12$ ($A_{\Phi 12}$)

$$A_{\Phi 12} = \pi \frac{\Phi^2}{4} = \pi \frac{(12 \text{ mm})^2}{4} = 113,10 \text{ mm}^2$$

Número de barras de $\Phi 12$, (n)

$$n = \frac{A_s}{A_{\Phi 12}} = \frac{288 \text{ mm}^2}{113,10 \text{ mm}^2} = 2,5 \text{ barras}$$

Las barras se dispondrán en el ancho de b1 (150 cm) separadas 15 cm, de forma que el número será de 9 de diámetro 12. Los planos constructivos muestran la disposición última.

ANEJO V:

CÁLCULO DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

ÍNDICE ANEJO V: Cálculo de las placas de anclaje

1.	OBJETO _____	2
2.	DATOS DE LA OBRA _____	2
3.	MATERIAL _____	2
4.	CRITERIO DE DISEÑO Y CARGAS CONSIDERADAS _____	2
5.	PREDIMENSIONAMIENTO _____	3
6.	ÁREA PORTANTE _____	5
7.	DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SOLICITACIÓN _____	8
8.	COMPROBACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA PLACA _____	10
9.	AXIL DE TRACCIÓN EN LOS PERNOS _____	12
10.	COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DE LA PLACA _____	12
11.	DIMENSIONADO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE _____	13
	11.1. NÚMERO DE BARRAS	13
	11.2. LONGITUD DE ANCLAJE	14
12.	ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN _____	17

1. OBJETO

El anejo contempla el diseño y caracterización de las placas de anclaje de correspondientes a los pilares de los pórticos que constituyen el Proyecto Constructivo de Taller y cobertizo de maquinaria agrícola de 405 m² localizado en el Norte de Angola.

2. DATOS DE LA OBRA

Pilares IPE-300 de 4 y 5 m según **Figura-1**.

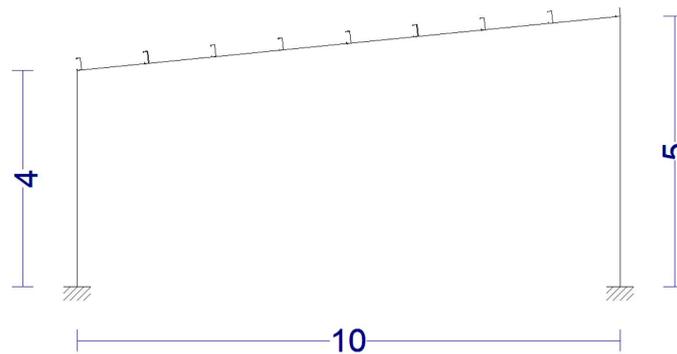


Figura-1. Esquema del pórtico (cotas en m).

3. MATERIAL

Acero laminado en caliente S275

Límite elástico, $f_y = 2750 \text{ kp/cm}^2$

Módulo elástico: $2.100.000 \text{ kp/cm}^2$

Hormigón de la zapata = HA-25/B/20/IIb

Barras de anclaje, acero corrugado B500-S

4. CRITERIO DE DISEÑO Y CARGAS CONSIDERADAS

El diseño sigue los criterios establecidos en el artículo 8 del Documento Básico-Seguridad Estructural Acero (DBSE-A).

Las bases o placas de anclaje se calculan para el Estado Límite Último (ELU) atendiendo a la combinación más desfavorables indicadas en la **Figura-2** que genera una mayor excentricidad medida como,

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{121,56 \text{ N} \cdot \text{m}}{74,14 \text{ N}} = 1,64 \text{ m}$$

Hipòtesis	Barra	Lloc	Ned (kN)	Veed (kN)	Med (kN·m)	Longitud (m)	e= Med/Ned (cm)
ELU Uso	1	f	-30,16	-14,83	-44,48	5,00	147,49
ELU Viento	1	i	32,81	44,17	-69,94	5,00	-213,18
ELU Uso	3	i	12,52	28,65	-44,48	10,05	-355,30
ELU Viento	3	i	2,03	-33,17	53,79	10,05	2.649,56
ELU Uso	1	i	-27,14	-13,17	-39,54	5,00	145,70
ELU Viento	1	i	-65,13	-54,02	-101,76	5,00	156,24
ELU Viento	2	f	65,56	21,95	78,78	4,00	120,16
ELU Uso	3	i	-11,18	25,48	-39,54	10,05	353,70
ELU Viento	3	i	-28,14	66,36	-101,76	10,05	361,62
ELU Uso	1	i	-27,14	-13,17	-39,54	5,00	145,70
ELU Viento	1	i	74,14	40,77	121,56	5,00	163,96
ELU Viento	2	f	75,06	-25,56	93,02	4,00	123,92
ELU Uso	3	i	11,18	25,48	-39,54	10,05	-353,70
ELU Viento	3	i	33,10	-77,83	121,56	10,05	367,24
ELU Viento	15	i	4,16	16,69	-12,06	4,00	-290,00
ELU Viento	37	i	-10,79	0,58	-1,10	5,00	10,22
ELU Viento	47	f	-10,77	-0,88	-0,08	6,40	0,77
ELU Viento	19	i	-9,70	7,54	-5,64	4,00	58,16
ELU Viento	50	i	9,64	-0,08	0,09	6,40	0,91
Pésimos			74,14	-77,83	121,56		

Figura-2. Combinaciones de esfuerzos

5. PREDIMENSIONAMIENTO

En el **Anejo-IV**, se ha calculado la zapata de cimentación con las dimensiones indicadas en la **Figura-**

3.

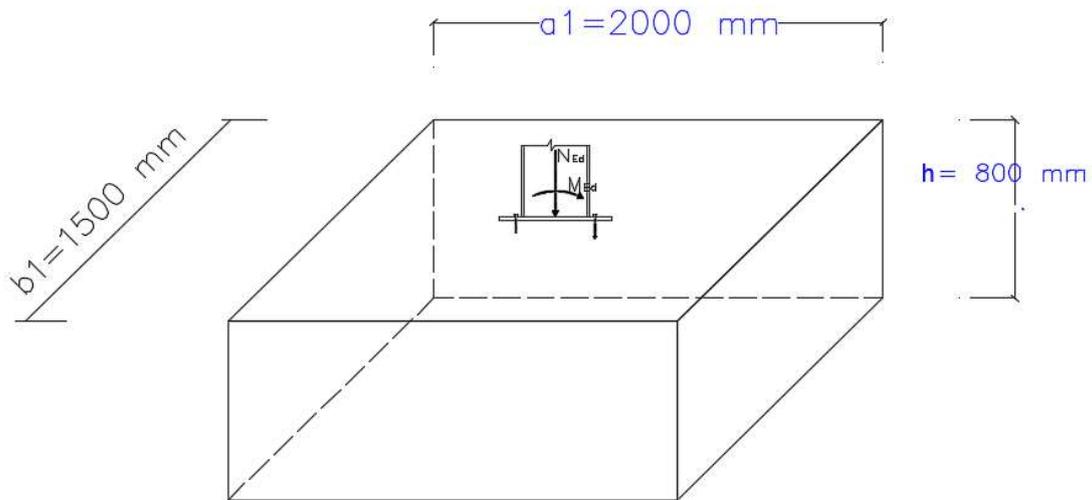


Figura-3. Dimensiones de la zapata (Anejo-IV). Cotas en mm

La **Tabla-1**, muestra las características geométricas del perfil que conforma los pilares, así como las dimensiones de la basa de anclaje indicadas en la **Figura-4**.

En base a su configuración geométrica de la zapata se calculan los valores indicados en la **Tabla-2** que serán necesarios en el proceso de cálculo.

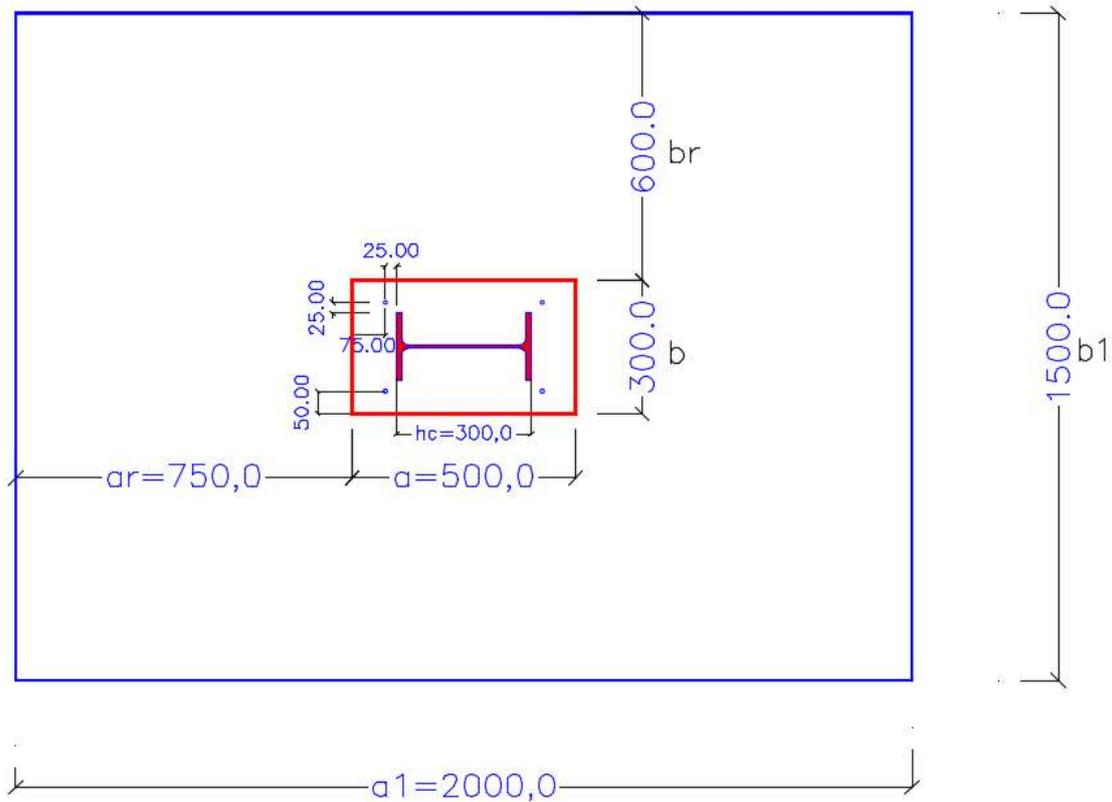
Tabla-1. Resumen dimensiones geométricas del perfil y la placa

	hc (mm)	ala (mm)	tfc¹ (mm)
IPE-300	300	150	10,7
	a (mm)	b (mm)	t, espesor placa (mm)
placa	500	300	25

¹ t_{fc}, espesor del ala del perfil

Tabla-2. Características geométricas de la zapata en relación a la basa (**Figura 4**).

ar (mm)	br (mm)	a1 (mm)	b1 (mm)	h (canto zapata) (mm)
750	600	2000	1500	800

**Figura-4.** Predimensionado de las placas de anclaje (cotas en mm).

6. ÁREA PORTANTE

Resistencia del hormigón en la superficie de asiento.

Se determina mediante la expresión,

$$f_{jd} = \beta_j \cdot k_j \cdot f_{ck} \leq 3,3 \cdot f_{cd}$$

$$\frac{2}{3} \cdot 3,09 \cdot 25 \leq 3,3 \cdot 16,7$$

$$51,50 \text{ N/mm}^2 \leq 55,11 \text{ N/mm}^2$$

Donde,

f_{cd} Valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sobre probeta cilíndrica, de acuerdo a la instrucción aplicable al hormigón armado.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,50} = 16,6 \text{ N/mm}^2$$

f_{jd} Resistencia portante de la superficie de asiento, de valor definido en la instrucción de hormigón, para el caso de apoyos sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón.

β_j Coeficiente de unión entre la placa base y el mortero sin retracción. Puede adoptarse 2/3 siguiendo los criterios del CTE.

k_j Factor de concentración, dependiente del área portante equivalente de hormigón, de valor,

$$k_j = \sqrt{\frac{a1 \cdot b1}{a \cdot b}} \leq 5$$

$$k_j = \sqrt{\frac{1300 \cdot 1100}{500 \cdot 300}} = 3,09$$

a, b Dimensiones de la placa de asiento (**Figura-4**)

a1, b1 Dimensiones del área portante equivalente, (**Figura-4** y **Tabla-2**) cuyos valores serán los más pequeños de los obtenidos de la tabla 8.2 del DB SE-A, la cual se desarrolla en la **Tabla-3**.

Tabla 8.2 Dimensiones del área portante equivalente

a₁	b₁
$a_1 = a + 2 a_r$	$b_1 = b + 2 b_r$
$a_1 = 5 a$	$b_1 = 5 b$
$a_1 = a + h$	$b_1 = b + h$
$a_1 = 5 b_1$ pero $a_1 \geq a$	$b_1 = 5 a_1$ pero $b_1 \geq b$

Figura-5. Tabla 8.2 del DB SE-A**Tabla-3.** Desarrollo de los valores a₁ y b₁

a ₁ el valor más pequeño de:		
a ₁	mm	2.000
$a_1 \leq a + 2 \cdot a_r$	mm	2.000
$a_1 \leq 5a$	mm	2.500
$a_1 \leq a + h$	mm	1.300
$a_1 \leq 5b_1$	mm	7.500
b ₁ es el valor más pequeño de:		
b ₁	mm	1.500
$b_1 \leq b + 2 \cdot b_r$	mm	1.500
$b_1 \leq 5b$	mm	1.500
$b_1 \leq b + h$	mm	1.100
$b_1 \leq 5a_1$	mm	10.000

Anchura suplementaria, c

Se determina mediante la expresión,

$$c = t \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{275}{3 \cdot 51,50 \cdot 1,05}} = 32,6 \text{ mm}$$

se adopta $c = 32 \text{ mm}$

Donde,

f_y Resistencia elástica del acero de la basa, 275 N/mm²

$\gamma_{M0} = 1,05$ Coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material.

Área portante

Se calcula mediante AUTOCAD añadiendo "c" al perímetro del perfil IPE-300. El valor que resulta es de,

$$\text{Área portante} = 41.691 \text{ mm}^2$$

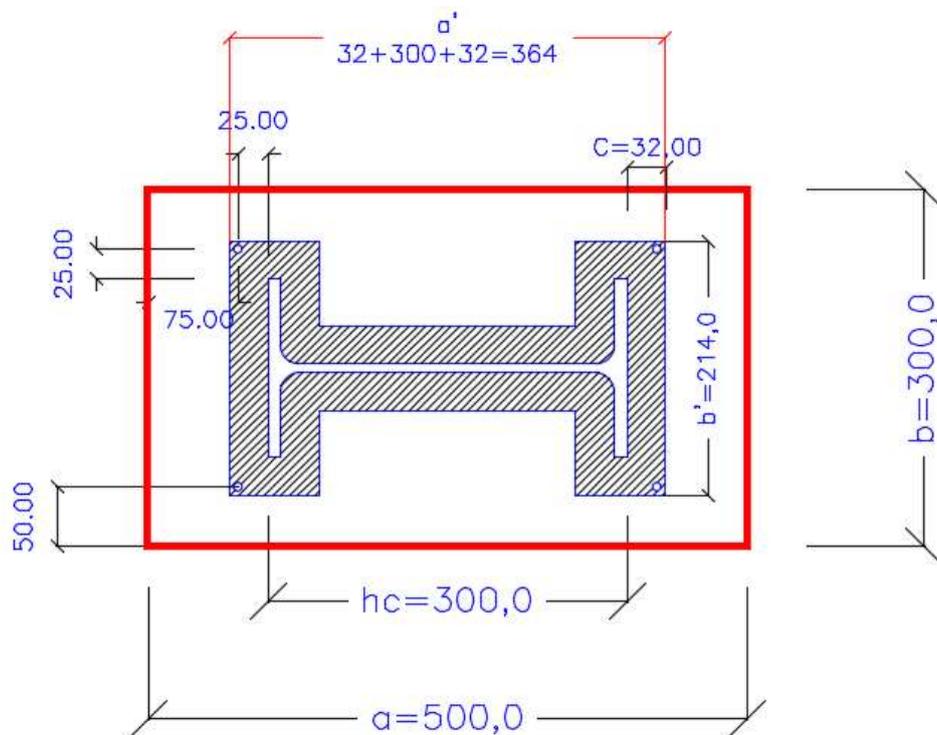


Figura-6. Área portante y dimensiones básicas de la placa (cotas en mm e indicadas)

7. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SOLICITACIÓN

Para determinar del tipo de sollicitación, se analiza el punto de actuación del axil (Ned); si actúa dentro del **núcleo central** de la superficie portante se considera una sollicitud de compresión compuesta; si actúa fuera hay tracción y se trata de una flexo-compresión.

La excentricidad resulta ser de 164 cm.

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{121,56 \text{ N} \cdot \text{m}}{74,14 \text{ N}} = 1,64 \text{ m} = 164 \text{ cm}$$

El núcleo central se sitúa en $A/6$ (**Figura-7**)

$$\frac{A}{6} = \frac{364 \text{ mm}}{6} = 60,67 \text{ mm} = 6,07 \text{ cm}$$

De forma que se trata de una sollicitud en **flexo-compresión** y, consecuentemente, hay tracción.

$$e \gg \frac{A}{6}$$

$$164 \text{ cm} \gg 6,07 \text{ cm}$$

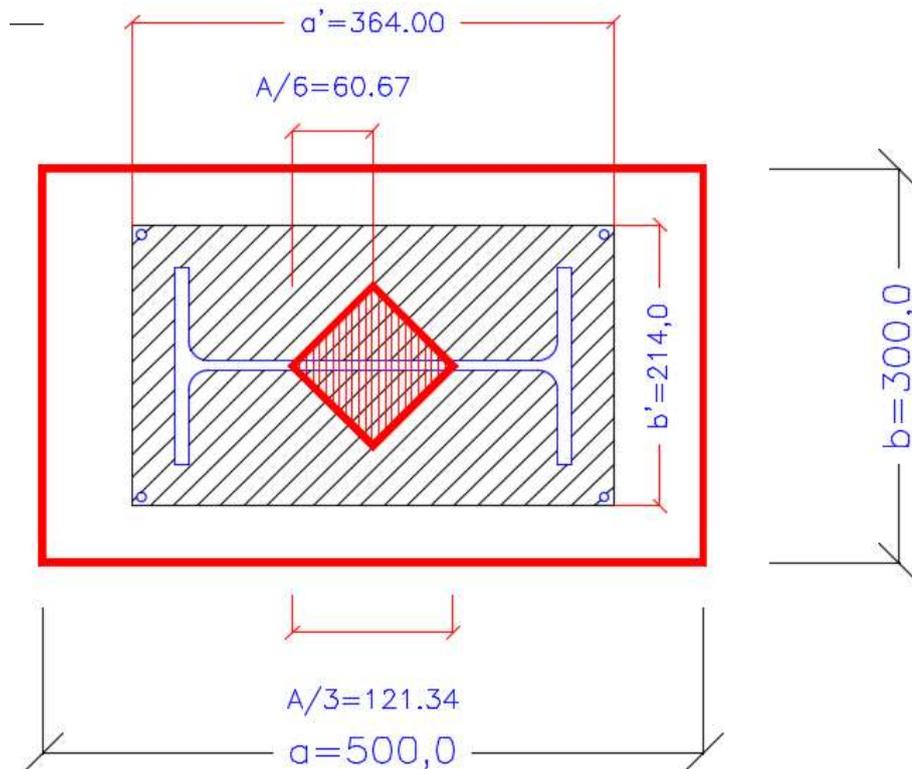


Figura-7. Situación del núcleo central (cotas en mm)

8. COMPROBACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LA PLACA

Se plantean las ecuaciones de equilibrio de Fuerzas y Momentos respecto al anclaje "Z" indicada en la Sección 2 de la **Figura-8**.

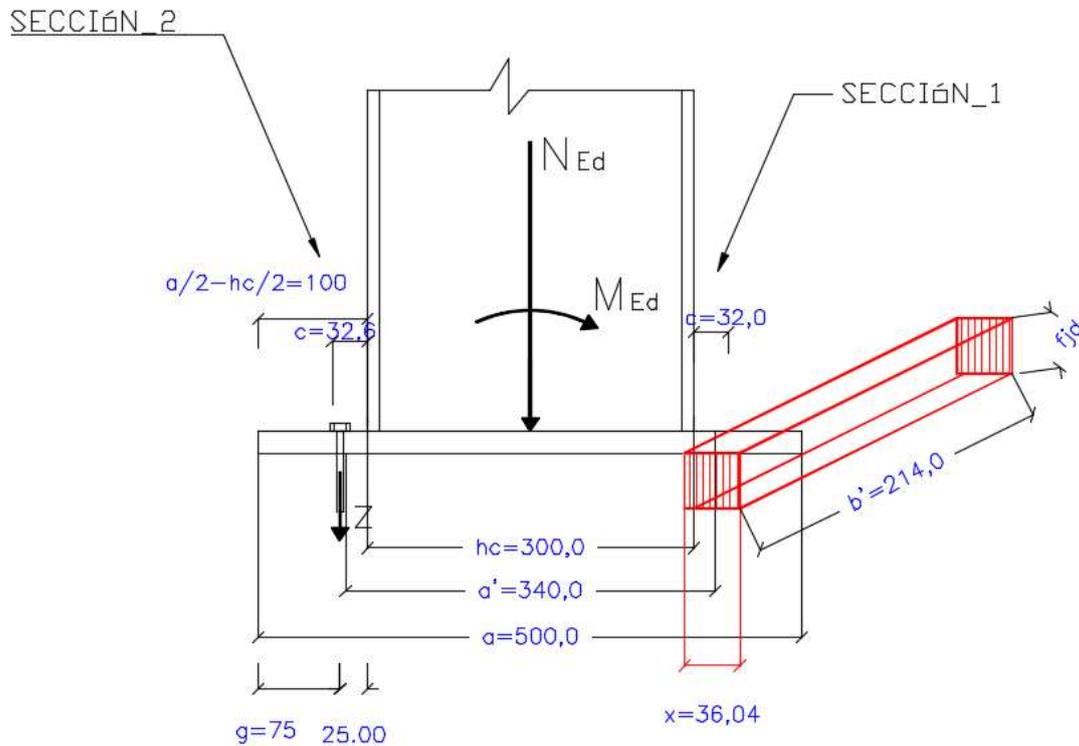


Figura-8. Dimensiones para operar

$$\sum F = 0$$

$$NEd + Z - x \cdot b' \cdot fjd = 0$$

$$\sum M(z) = 0$$

$$MEd + NEd \cdot \left(\frac{a}{2} - g\right) - x \cdot b' \cdot fjd \cdot \left(\frac{a}{2} - g + \frac{hc}{2} + c - \frac{x}{2}\right) = 0$$

$$121.558.00 + 74.140 \cdot \left(\frac{500}{2} - 75\right) - x \cdot 214 \cdot 51,50 \cdot \left(\frac{500}{2} - 75 + \frac{300}{2} + 32 - \frac{x}{2}\right) = 0$$

Sustituyendo los valores,

M_{Ed} Momento de cálculo, 121.558.000 N·mm

- N_{Ed} Normal de cálculo, 74.140 N
- a Dimensión de la placa, 500 mm
- g Distancia del canto de la placa a la situación del perno y punto de aplicación de Z, 75 mm
- b' Ancho efectivo de la placa, (ala de la placa +2·c) 214 mm (**Figura-6**)
- fjd Resistencia del hormigón en la superficie de asiento, 51,50 N/mm²
- hc Dimensiones del perfil, 300 mm
- c Anchura suplementaria, 32 mm
- tfc Grueso del ala del perfil, 10,7 mm

$$121.558.00 + 74.140 \cdot \left(\frac{500}{2} - 75 \right) - x \cdot 214 \cdot 51,50 \cdot \left(\frac{500}{2} - 75 + \frac{300}{2} + 32 - \frac{x}{2} \right) = 0$$

Despejando las ecuaciones se obtiene el valor de x,

$$x = 36,0091 \text{ mm}^{(1)}$$

Debe cumplirse que,

$$x < 2 \cdot c + t_{fc}$$

$$36,00 \text{ mm} < 2 \cdot 32 + 10,7 \text{ mm}$$

$$36,00 \text{ mm} < 74,7 \text{ mm}$$

¹ Solucionado con la función Solver de Excel.

9. AXIL DE TRACCIÓN EN LOS PERNOS

El valor de tracción que deberán soportar los pernos en la Sección 2 se calcula despejando en la ecuación,

$$NEd + Z - x \cdot b' fjd = 0$$

$$74.140 + Z - 36,00 \cdot 214 \cdot 51,50 = 0$$

Siendo $Z = 322.616 \text{ N}$

10. COMPROBACIÓN DEL ESPESOR DE LA PLACA

Se determina calculando los momentos en las secciones 1 y 2 indicadas en la **Figura-8**.

Momento en la Sección-1 (Figura-8)

$$x > c$$

Efectivamente,

$$36,00 \text{ mm} > 32 \text{ mm}$$

Con esta premisa cumplida, se simplifica los cálculos mediante la expresión,

$$M1_{Ed} = b' \cdot fjd \cdot c \cdot \frac{c}{2} = 214 \cdot 51,50 \cdot 32 \cdot \frac{32}{2} = 5.642.752 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Momento en la Sección-2 (Figura-8)

Se calcula teniendo en cuenta que los pernos se sitúan a 25 mm de la sección-2 sobre la que se aplica el momento.

$$M2_{Ed} = Z \cdot 25 \text{ mm} = 322.616 \text{ N} \cdot 25 \text{ mm} = 8.065.400 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Z Axil de tracción en los pernos.

Puesto que $M2_{Ed}$ es mayor, será éste el esfuerzo de cálculo. Se determina el valor por unidad de longitud con una anchura eficaz de $b' = 214 \text{ mm}$

$$M2 = \frac{M_{Ed}}{b} = \frac{8.065.400 \text{ N} \cdot \text{mm}}{214 \text{ mm}} = 37.688,79 \text{ N} \cdot \text{mm/mm}$$

Momento resistente de la placa

Se calcula el **Momento Resistente Plástico** (no elástico) de la placa por unidad de longitud,

$$M_{p,Rd} = \frac{t^2 \cdot fy}{4 \cdot \gamma_{M0}} = \frac{25^2 \cdot 275}{4 \cdot 1,05} = 40.922,62 \text{ N} \cdot \text{mm/mm}$$

t Distancia de los pernos a la sección 2.

La placa soporta el esfuerzo de cálculo.

$$M_{p,Rd} > M2$$

$$40.922,62 \text{ N} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{mm}} > 37.688,79 \text{ N} \cdot \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$$

11. DIMENSIONADO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE

11.1. NÚMERO DE BARRAS

Las barras deberán soportar una tracción del valor,

$$Z = 322.616 \text{ N}$$

Se disponen 3 $\Phi 20$ que soportarán un esfuerzo mayor que Z.

$$As \cdot fyd = 3 \frac{\pi \cdot 20^2}{4} \cdot \frac{500}{1,15} = 409.773 \text{ N}$$

$$As = 3 \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 3 \cdot 314,16 = 942,48 \text{ mm}$$

$$fyd = \frac{fyk}{\gamma_{M1}} = \frac{500}{1,15}$$

$$As \cdot fyd > Z \text{ ya que } 409.773 > 322.616$$

11.2. LONGITUD DE ANCLAJE

Longitud básica de anclaje, (lb) ¹

Se define como lb con la expresión siguiente y debe cumplir la siguiente desigualdad,

$$lb = m \cdot \phi^2 \geq \frac{f_{yk}}{20} \phi$$

$$1,5 \cdot 20^2 \geq \frac{500}{20} 20$$

$$600 \text{ mm} \geq 500 \text{ mm}$$

$$lb = 600 \text{ mm}$$

Donde,

- lb Longitud básica de anclaje en posición recta.
- ϕ Diámetro de la barra, 20 mm.
- m Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adherencia de las barras. (Figura-9)
- f_{yk} Límite elástico garantizado del acero, 500 N/mm².

¹ Es la longitud considerando una barra recta donde actúa exclusivamente la adherencia entre el hormigón y el acero (Tbd).

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B400S y B400SD	B500S y B500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
> 50	0,7	1,0

Tabla 69.5.1.2.a

Figura-9. Valores de m (EHE 08)

Longitud neta de anclaje, ($l_{b,net}$) (¹)

Se define como $l_{b,net}$ con la expresión siguiente,

$$l_{b,net} = l_b \cdot \beta \cdot \frac{A_s}{A_{s,real}} \geq l_{b,min}$$

$$l_{b,net} = 600 \cdot 0,7 \cdot \frac{743,03}{942,48} = 331,12 \text{ mm}$$

Donde,

- l_b Longitud básica de anclaje en posición recta l , 600 mm
- β Factor de reducción definido en la tabla 69.5.1.2.b. (**Figura-10**), (para prolongación en gancho; 0,7)
- A_s Armadura necesaria por cálculo en la sección a partir de la cual se ancla la armadura.

¹ La normativa permite reducir la longitud básica en función del tipo de prolongación (en nuestro caso termina en gancho) y por la superabundancia de acero que se termina colocando en la obra.

$$A_s \cdot f_{yd} = Z \rightarrow A_s \cdot \frac{500}{1,15} = 323.057 \text{ N}$$

$$A_s = 743,03 \text{ mm}^2$$

As, real Armadura realmente existente en la sección a partir de la cual se ancla la armadura

$$A_{s \text{ real}} = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 20^2}{4} = 3 \cdot 314,16 = 942,48 \text{ mm}^2$$

Tabla 69.5.1.2.b. Valores de β

Tipo de anclaje	Tracción	Compresión
Prolongación recta	1,0	1,0
Patilla, gancho y gancho en U	0,7 (*)	1,0
Barra transversal soldada	0,7	0,7

(*) Si el recubrimiento de hormigón perpendicular al plano de doblado es superior a 3ϕ . En caso contrario $\beta = 1$.

Figura-10. Valores de β (EHE 08)

Longitud mínima (lb,min) (1)

Se determina lb,min como la mayor de los siguientes valores,

$$> 10\phi = 10 \cdot 20 = 200 \text{ mm}$$

$$> 150 \text{ mm}$$

$$> \frac{1}{3} \cdot lb = \frac{1}{3} \cdot 600 = 200 \text{ mm}$$

lb, Será pues 200 mm

¹ Finalmente la instrucción exige disponer un mínimo de longitud.

Se adopta como solución **lb,net** 331,12 mm por ser mayor a $l_{b,min}$.

Constructivamente, la longitud de anclaje será de 600 m

12. ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

La **Figura-11** muestra un esquema de la solución constructiva finalmente adoptada.

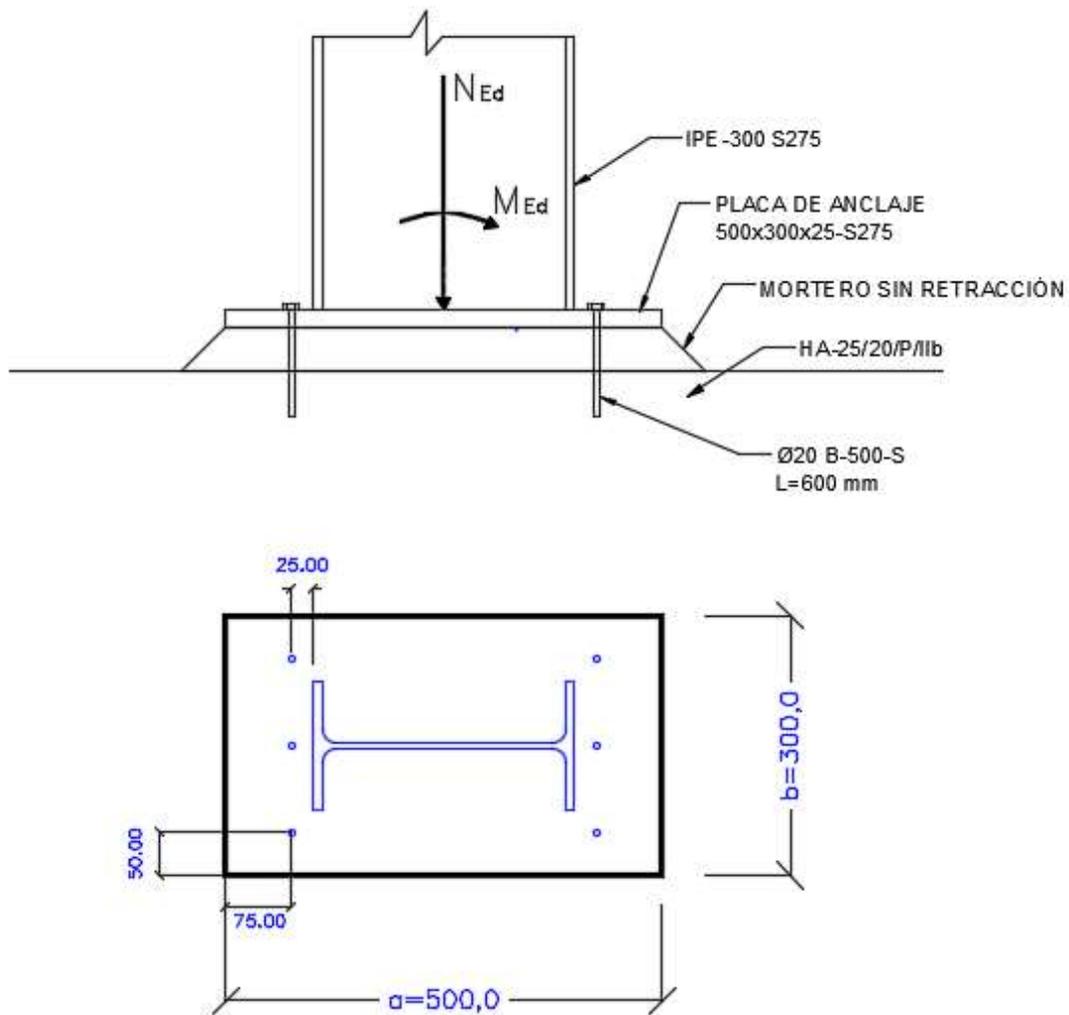
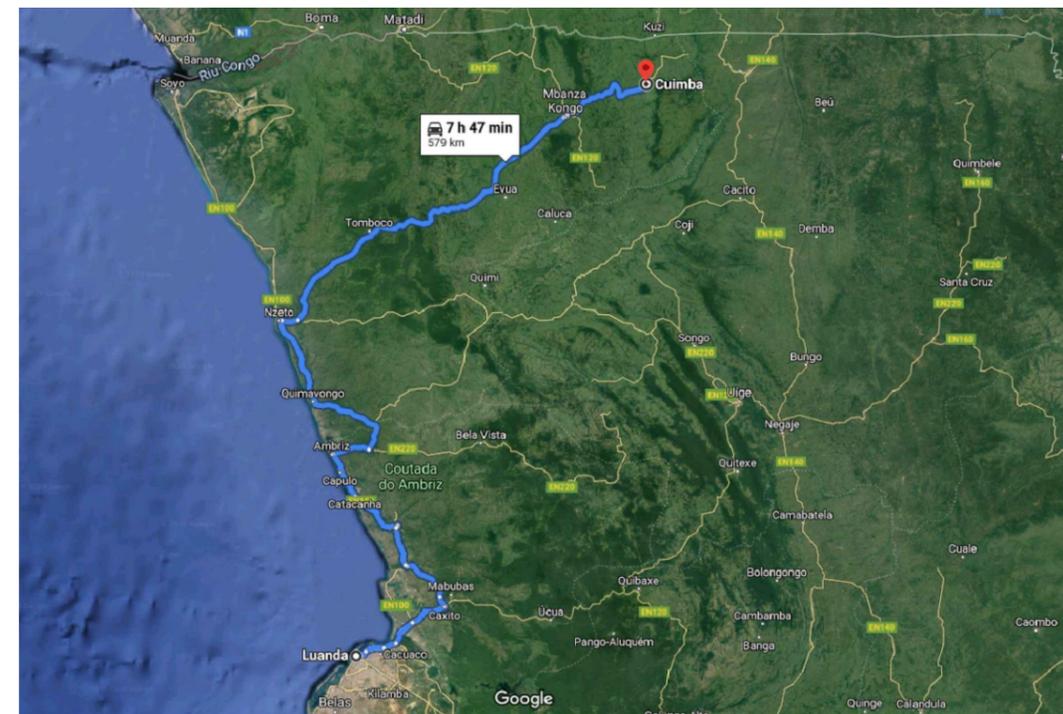
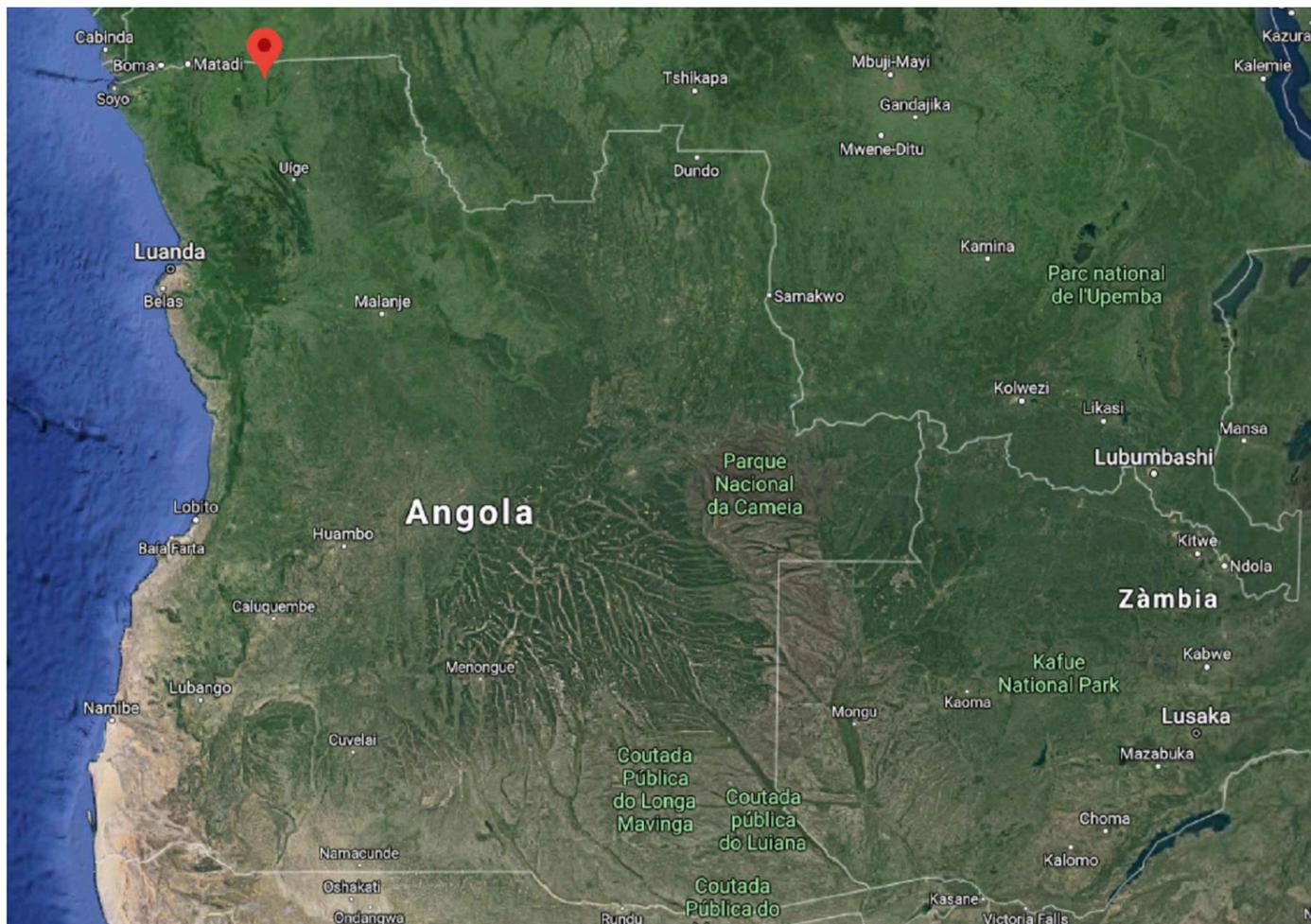


Figura-11. Solución constructiva.

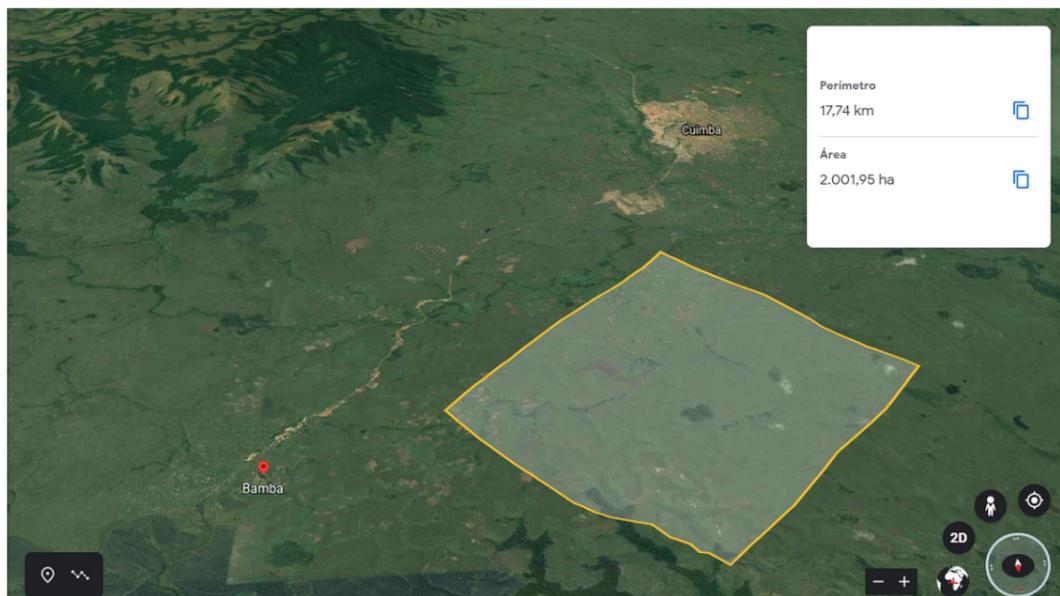
DOCUMENTO II
PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1/7:	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
PLANO 2/7:	PLANTA TALLER Y COBERTIZO
PLANO 3/7:	ALZADOS
PLANO 4.1/7:	PLANTA DE CIMENTACIÓN
PLANO 4.2/7:	ZAPATAS Y PLACAS DE ANCLAJE
PLANO 4.3/7:	VIGAS ATADO
PLANO 5/7:	PLANTA DE TALLER
PLANO 6/7:	PLANTA DE CUBIERTA
PLANO 7.1/7:	SECCIÓN CONSTRUCTIVA DEL TALLER
PLANO 7.2/7:	SECCIÓN CONSTRUCTIVA DETALLES DE UNIONES



Coordenadas	
Latitud	6°02'37"S
Altitud	14°38'13"E



ZONA DE IMPLANTACION TALLER-COBERTIZO



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

ESCALA:

S/E

FORMATO:

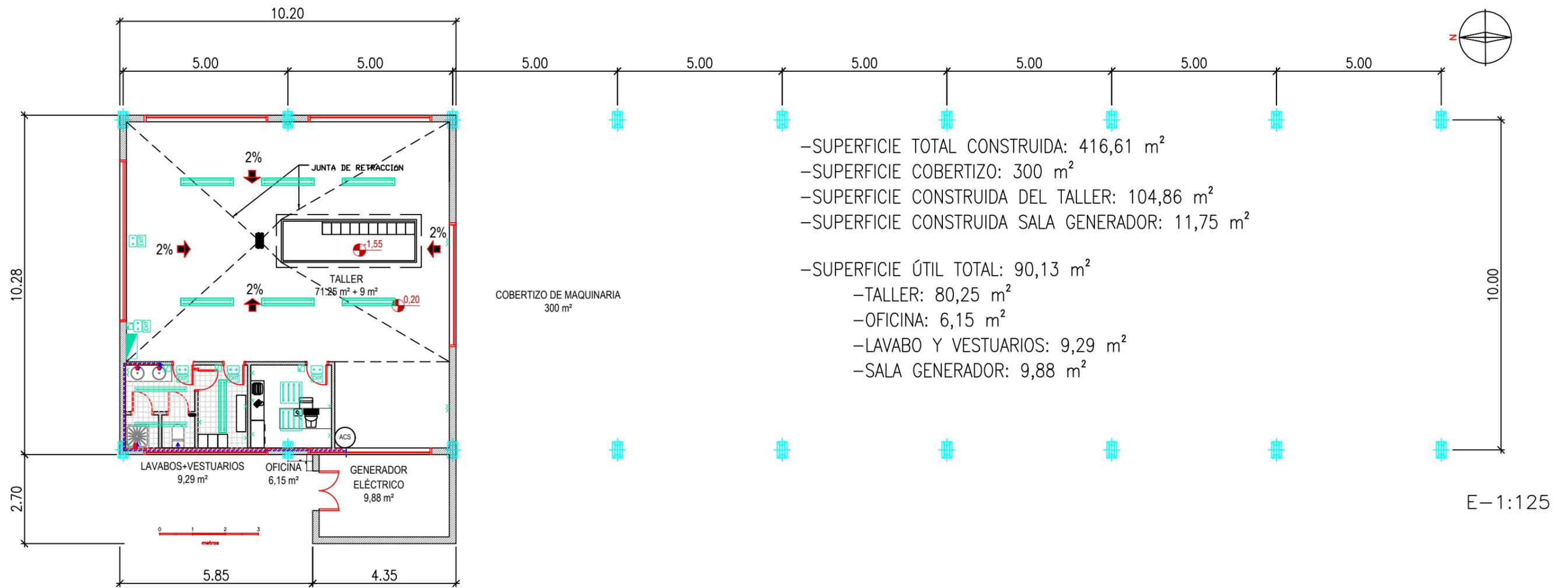
A3

Nº DE PLANO:

1/7

FECHA:

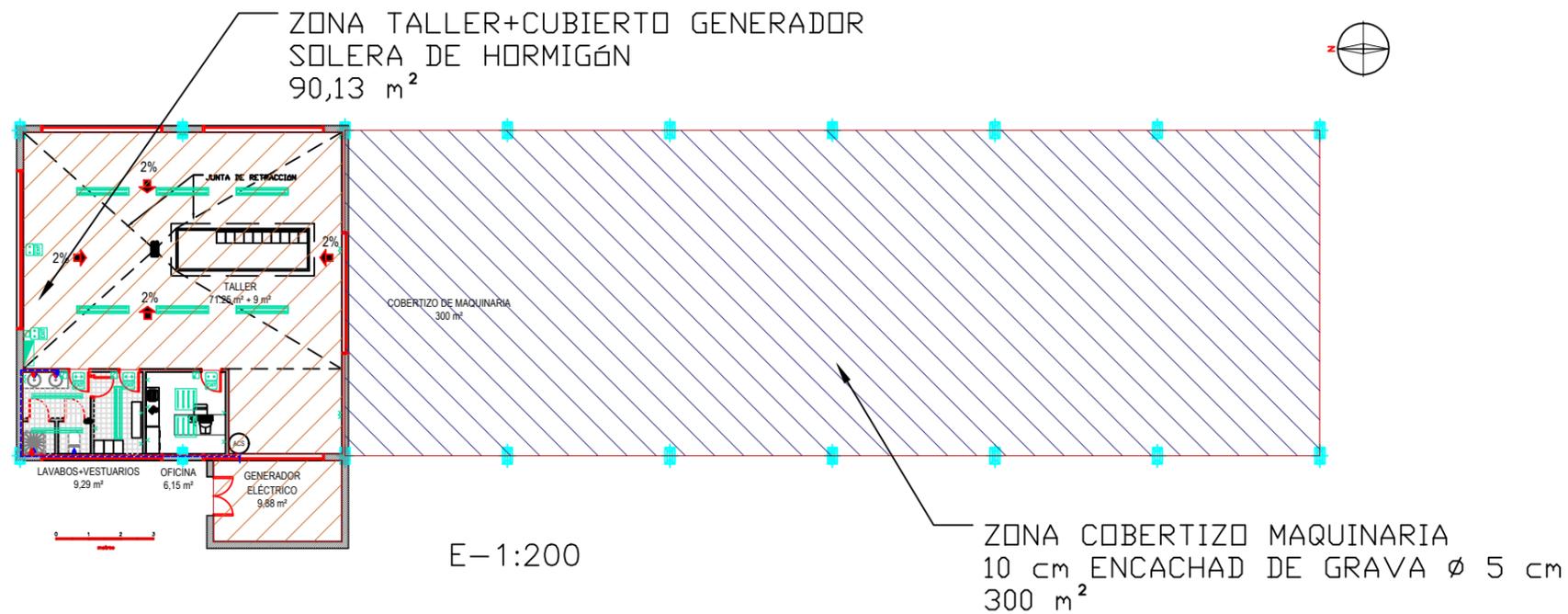
JULIO, 2020



- SUPERFICIE TOTAL CONSTRUIDA: 416,61 m²
- SUPERFICIE COBERTIZO: 300 m²
- SUPERFICIE CONSTRUIDA DEL TALLER: 104,86 m²
- SUPERFICIE CONSTRUIDA SALA GENERADOR: 11,75 m²

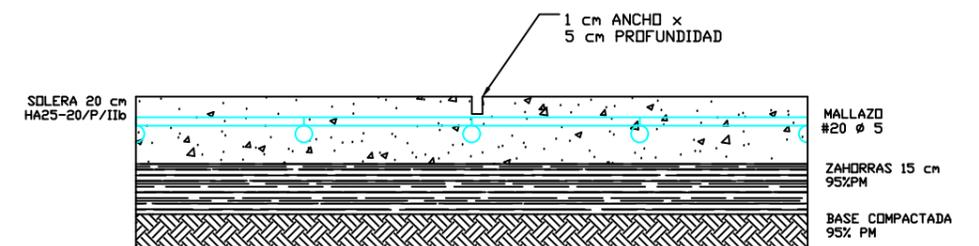
- SUPERFICIE ÚTIL TOTAL: 90,13 m²
- TALLER: 80,25 m²
- OFICINA: 6,15 m²
- LAVABO Y VESTUARIOS: 9,29 m²
- SALA GENERADOR: 9,88 m²

E-1:125



E-1:200

DETALLE SOLERA DE HORMIGÓN
Y JUNTA DE RETRACCIÓN



EL ALUMNO
FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

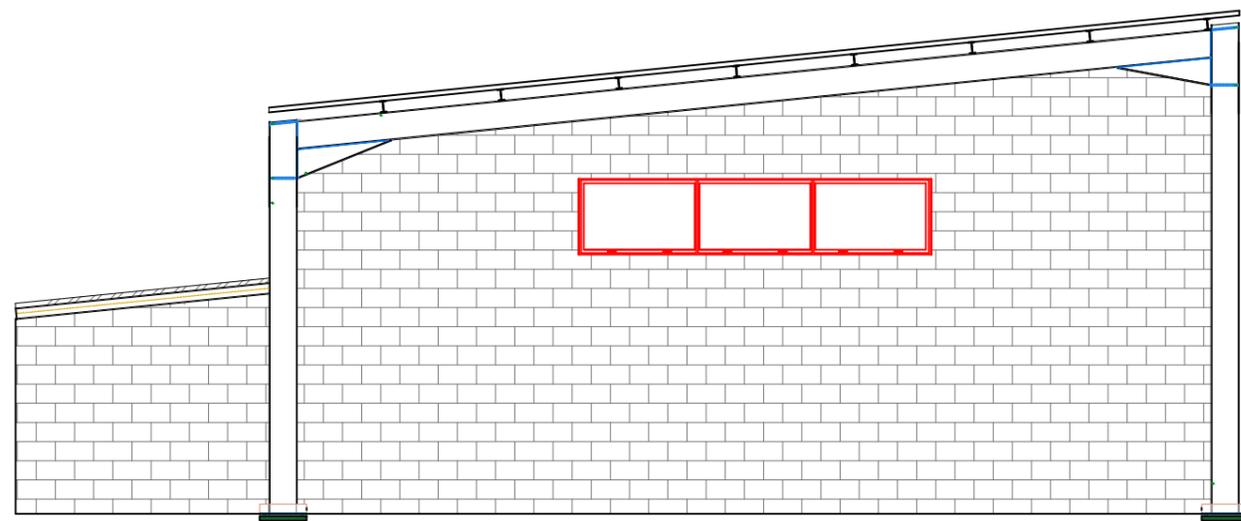
DENOMINACIÓN DEL PLANO:
PLANTA TALLER Y COBERTIZO

ESCALA:
INDICADAS

Nº DE PLANO:
2/7

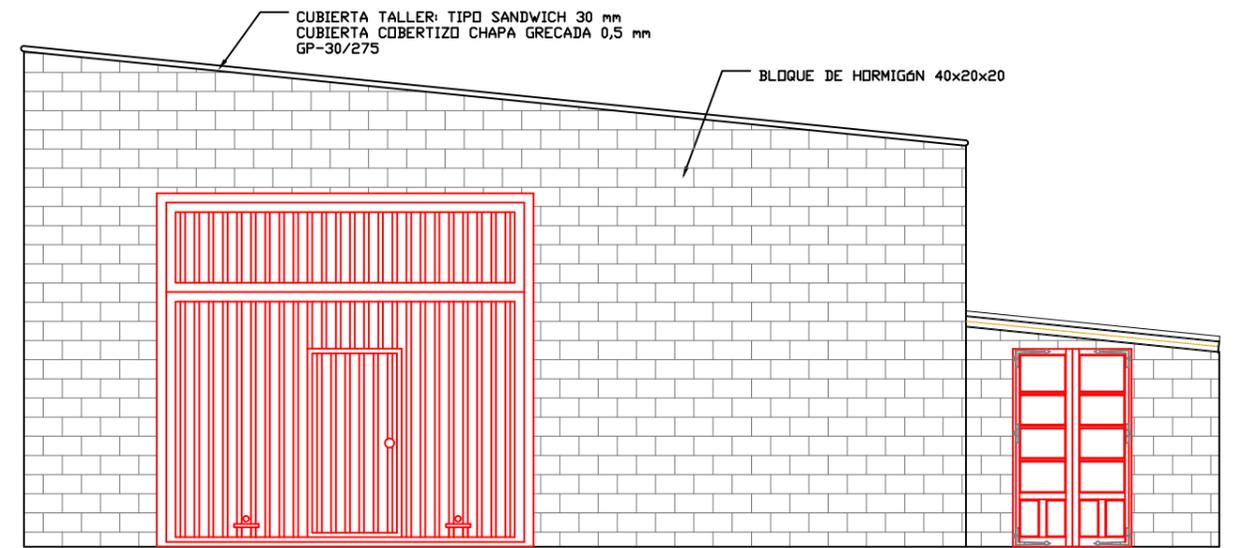
FORMATO:
A3

FECHA:
JULIO, 2020



ALZADO FRONTAL NORTE

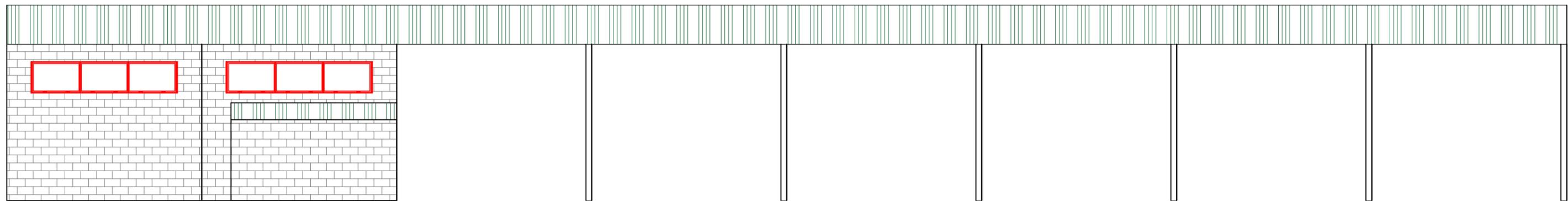
0 1 2 3
metros



ALZADO FRONTAL SUR

0 1 2 3
metros

E-1:75



ALZADO LATERAL

0 1 2 3
metros

E-1:100



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

ALZADOS

ESCALA:

INDICADAS

FORMATO:

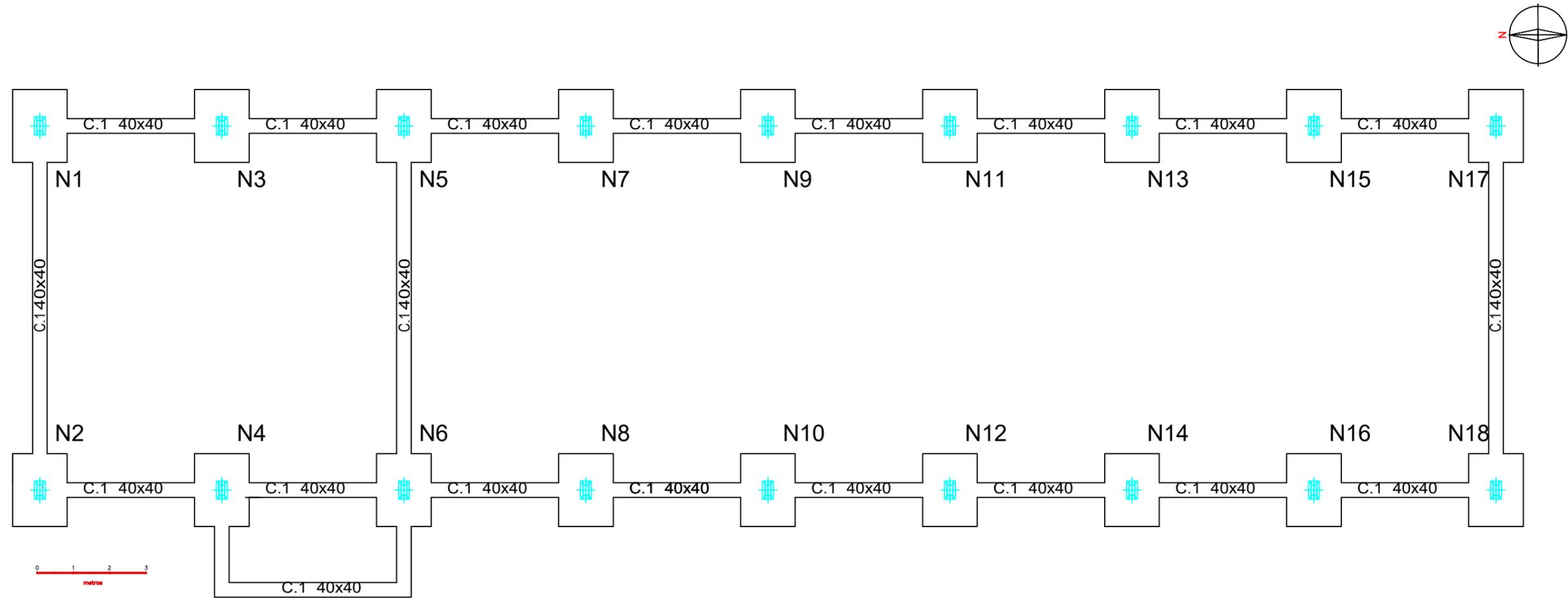
A3

N° DE PLANO:

3/7

FECHA:

JULIO, 2020

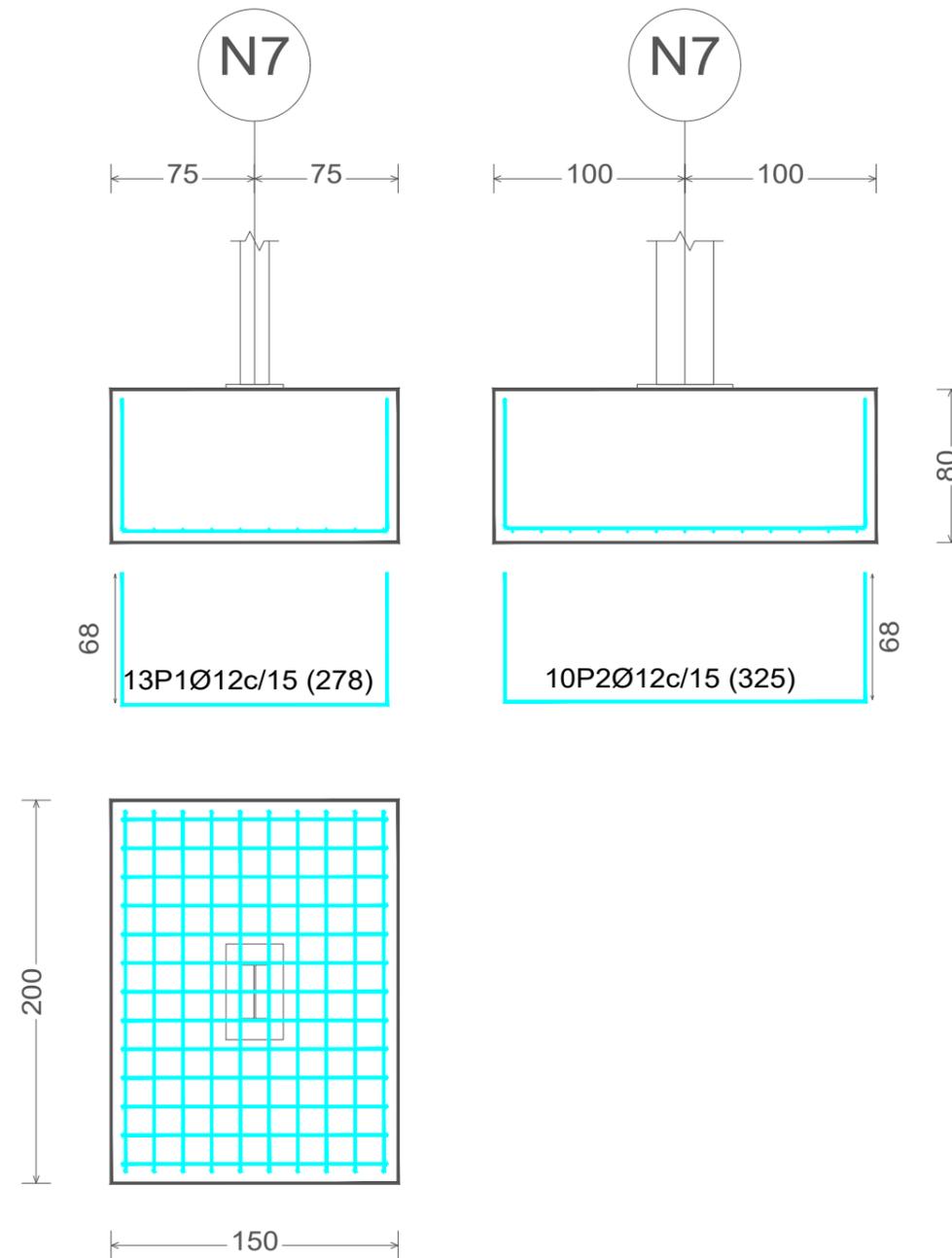
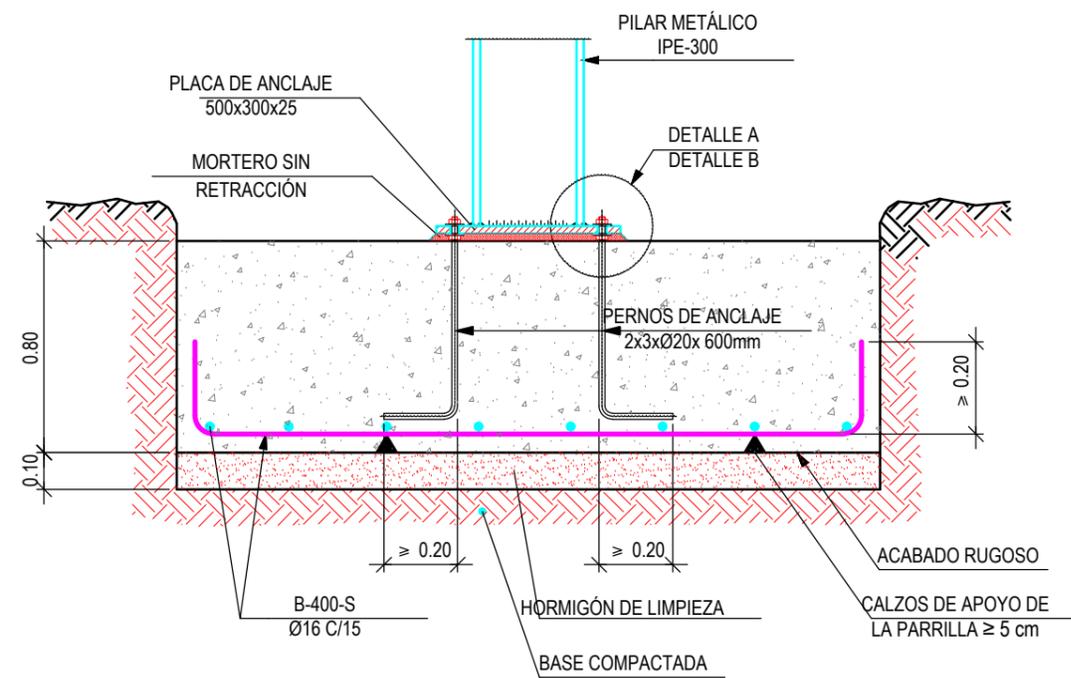
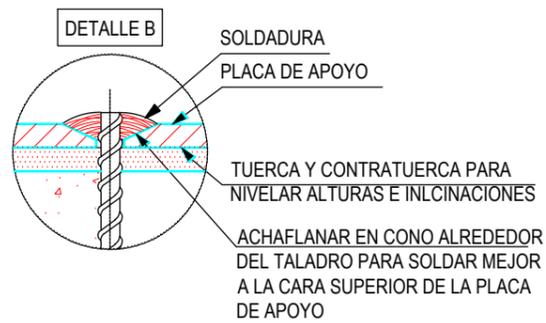
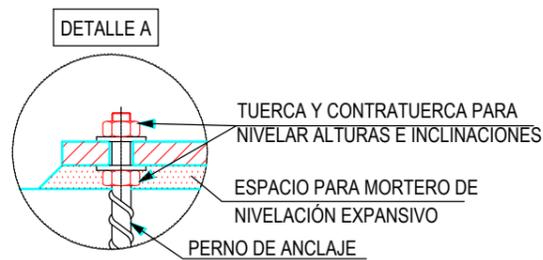
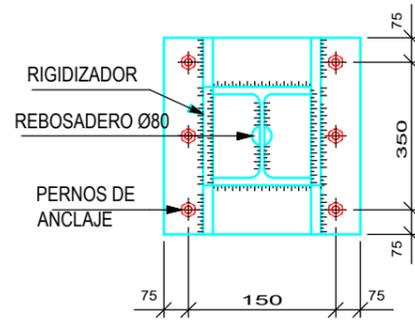
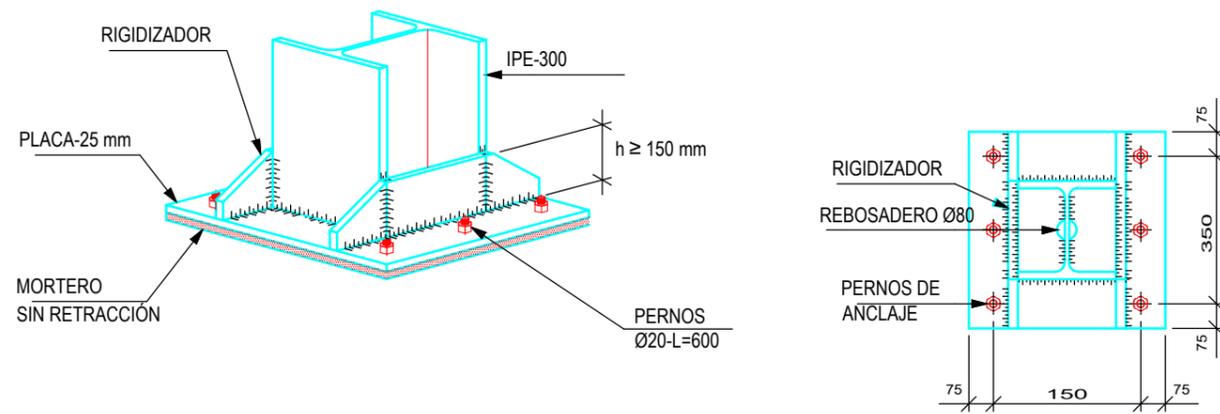


EL ALUMNO
 FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA
 DENOMINACIÓN DEL PLANO: PLANTA DE CIMENTACIÓN

ESCALA: 1:125
 FORMATO: A3

N° DE PLANO: 4.1/7
 FECHA: JULIO, 2020



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 400 S, CN (kg)
N1=N2=N3=N4=N5=N6=N7	1	Ø12	13	278	3614	32.1
N8=N9=N10=N11=N12=N13	2	Ø12	9	325	3250	28.9
N14=N15=N16=N17=N18					Total+10%: (x18):	67.1 1207.8



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

DETALLES CIMENTACIÓN
ZAPATAS Y PLACAS DE ANCLAJE

ESCALA:

S/E

FORMATO:

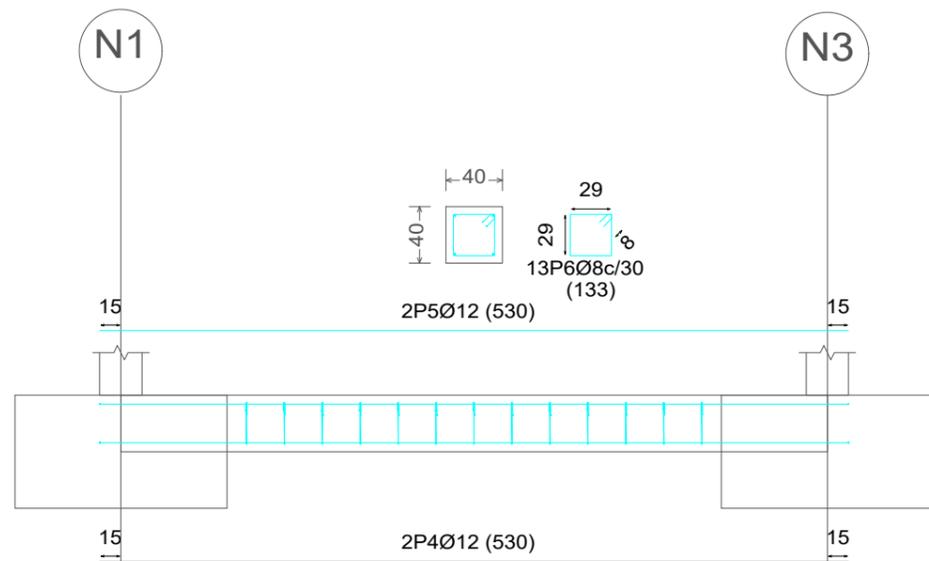
A3

Nº DE PLANO:

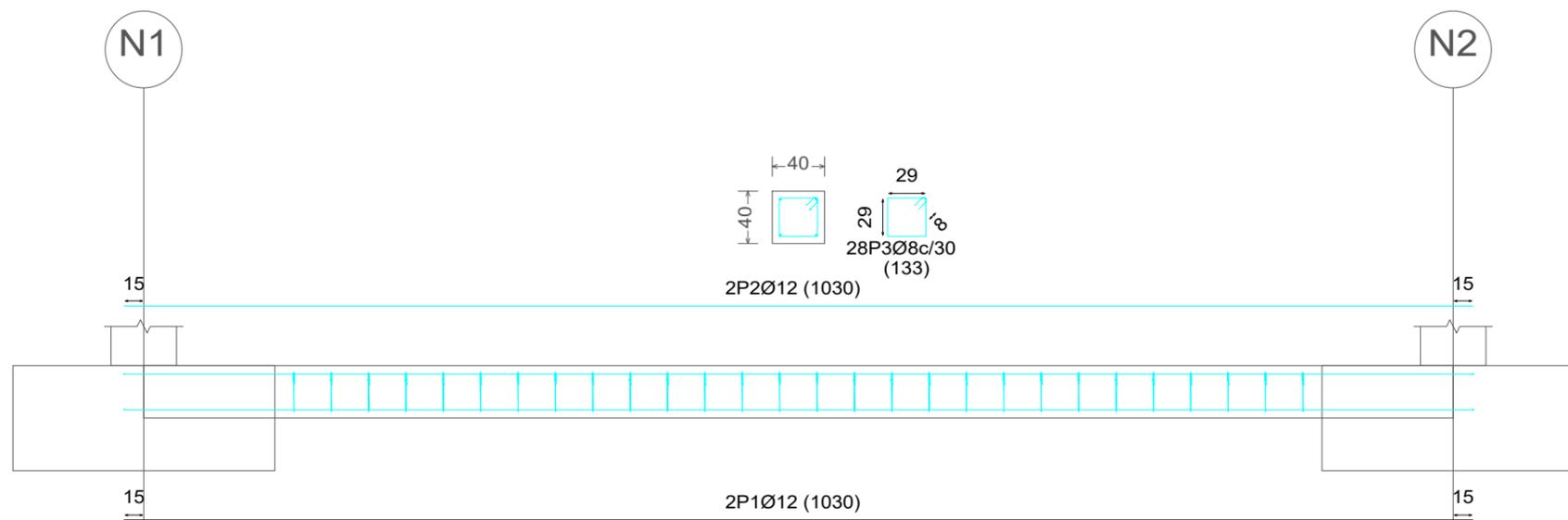
4.2/7

FECHA:

JULIO, 2020



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 400 S, CN (kg)
C [N1-N3] = C [N3-N5]	4	Ø12	2	530	1060	9.4
C [N5-N7] = C [N7-N9]	5	Ø12	2	530	1060	9.4
C [N9-N11] = C [N11-N13]	6	Ø8	13	133	1729	6.8
C [N13-N15] = C [N15-N17]						
C [N17-N19]						
C [N2-N4] = C [N4-N6]						
C [N6-N8] = C [N8-N10]						
C [N10-N12] = C [N12-N14]						
C [N14-N16] = C [N16-N18]						
Total+10%: (x16):						28.2 451.2
						Ø8: 135.0
						Ø12: 372.6
						Ø16: 1563.8
						Total: 2071.4



Elemento						
[N1-N2]= [N5-N6]=[N17-N18] + SALA GENERADOR						
Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 400 S, CN (kg)	
1	Ø12	2	1030	2060	18.3	
2	Ø12	2	1030	2060	18.3	
3	Ø8	28	133	3724	14.7	
Total+10%: (x4):						56.4 225.6
						Ø8: 64.4
						Ø12: 161.2
						Total: 225.6



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO: PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

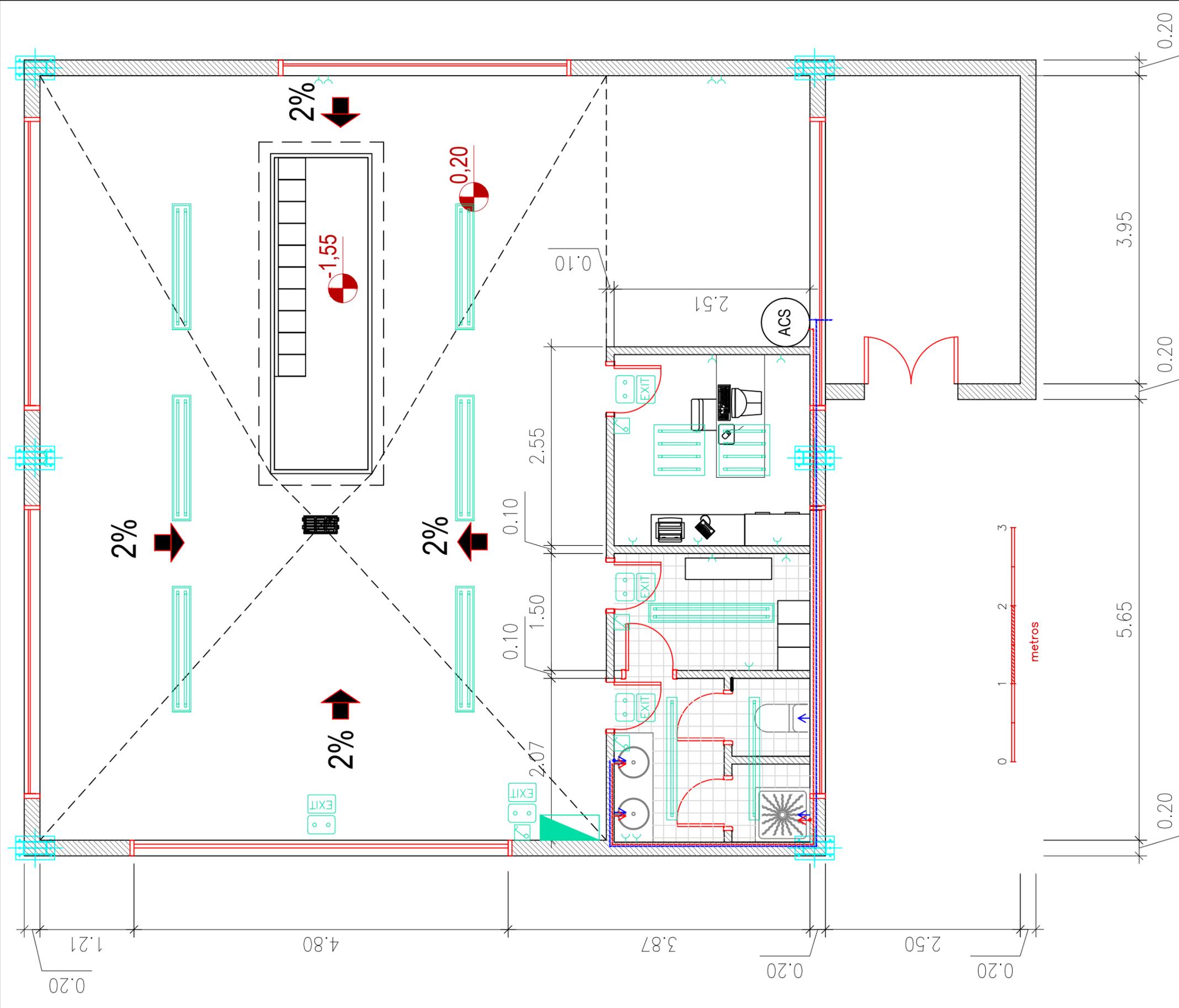
DENOMINACIÓN DEL PLANO: DETALLES CIMENTACIÓN VIGAS DE ATADO

ESCALA:
1:50

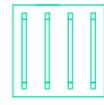
FORMATO:
A3

Nº DE PLANO:
4.3/7

FECHA:
JULIO, 2020



LEYENDA

-  4x18W- IP20- CON DIFUSOR DE LUZ
-  2 x 58W, IP55 ESTANCO
-  1 x 58W, IP20
-  TOMA 2P+T, 10 A
-  INTERRUPTOR 10 A; IP65
-  EMERGENCIA 6 W-155 lm
-  SEÑALIZACIÓN DE SALIDA

LEYENDA

-  GRIFO MONOMANDO
-  TUBOS DE DE AGUA FRIA PEXc-AI-PEXc
-  TUBOS DE AGUA CALIENTE PEXc-AI-PEXc
-  **ACS** CALENTADOR ELÉCTRICO ACUMULADOR DE 2.000 L 3000 W

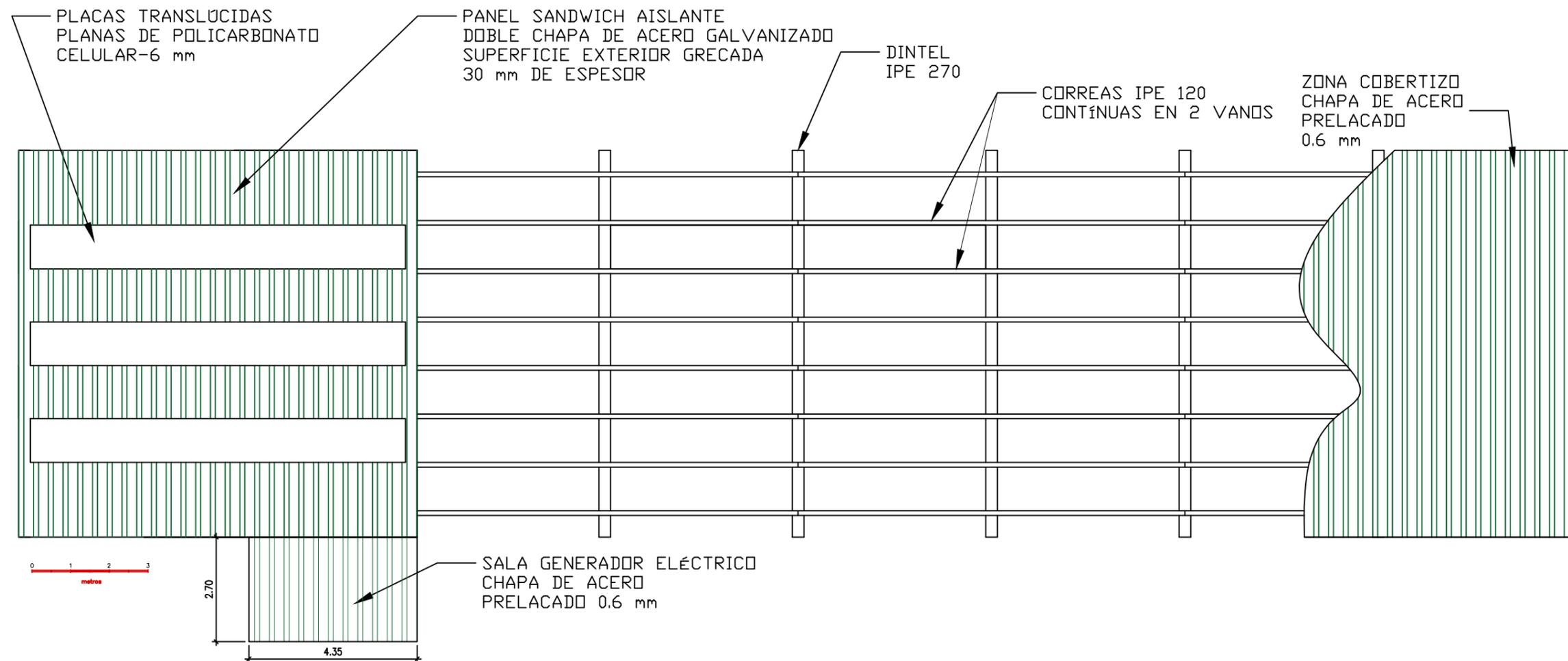



EL ALUMNO
FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:
PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:
PLANTA DEL TALLER

ESCALA: 1:50	Nº DE PLANO: 5/7
FORMATO: A3	FECHA: JULIO, 2020



TALLER- CHAPA TIPO SANDWICH; 70,12 m²
 PLACAS TRASLUCIDAS PLANAS; 33 m².
 CHAPA DE ACERO PRELACADA DE 0.5 mm; 140,24 m²

COBERTIZO- CHAPA DE ACERO PRELACADO DE 0,6 mm; 300 m².

SALA ELECTRICIDAD- CHAPA DE ACERO PRELACADO DE 0,6 mm; 11,75 m².



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

PLANTA DE CUBIERTA

ESCALA:

1:125

FORMATO:

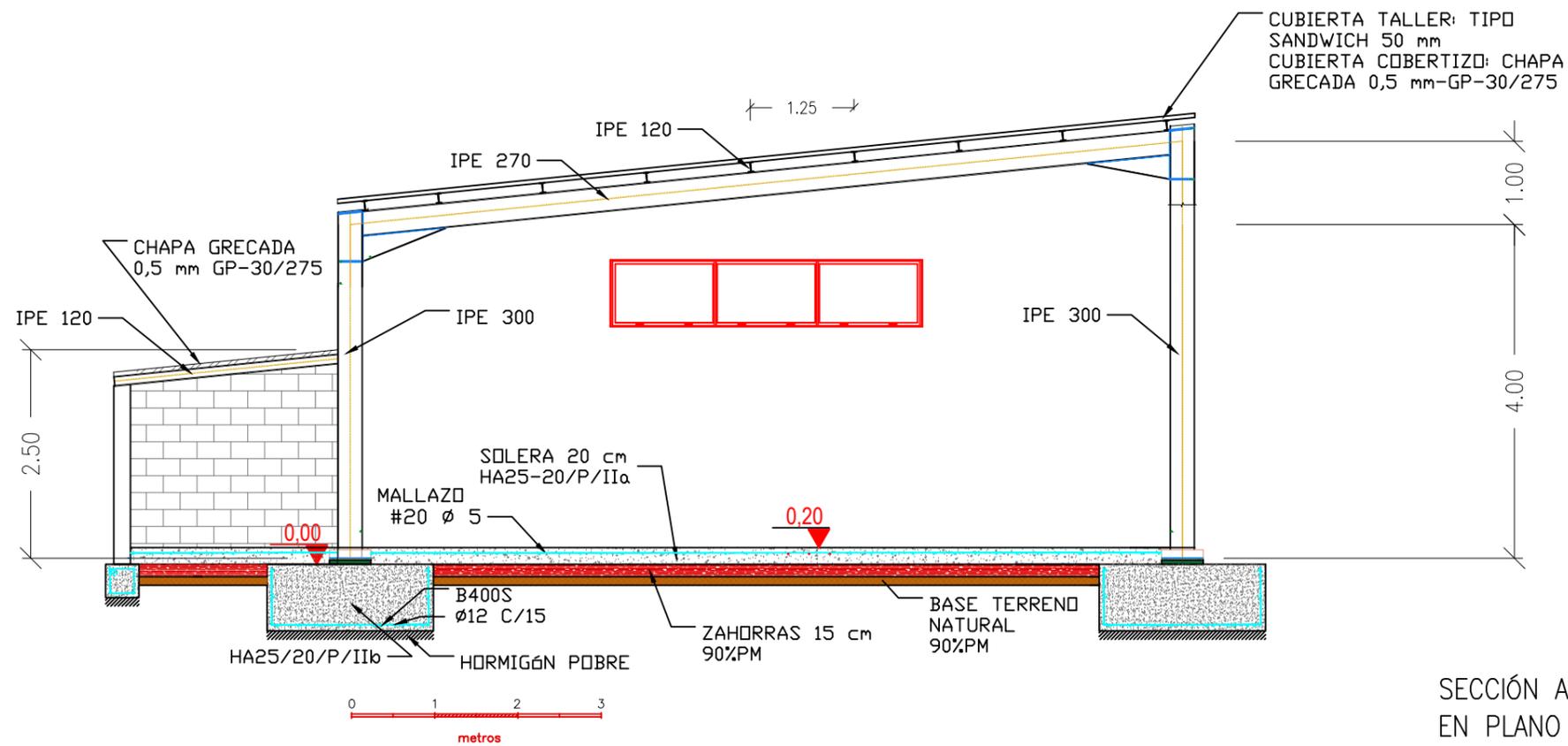
A3

N° DE PLANO:

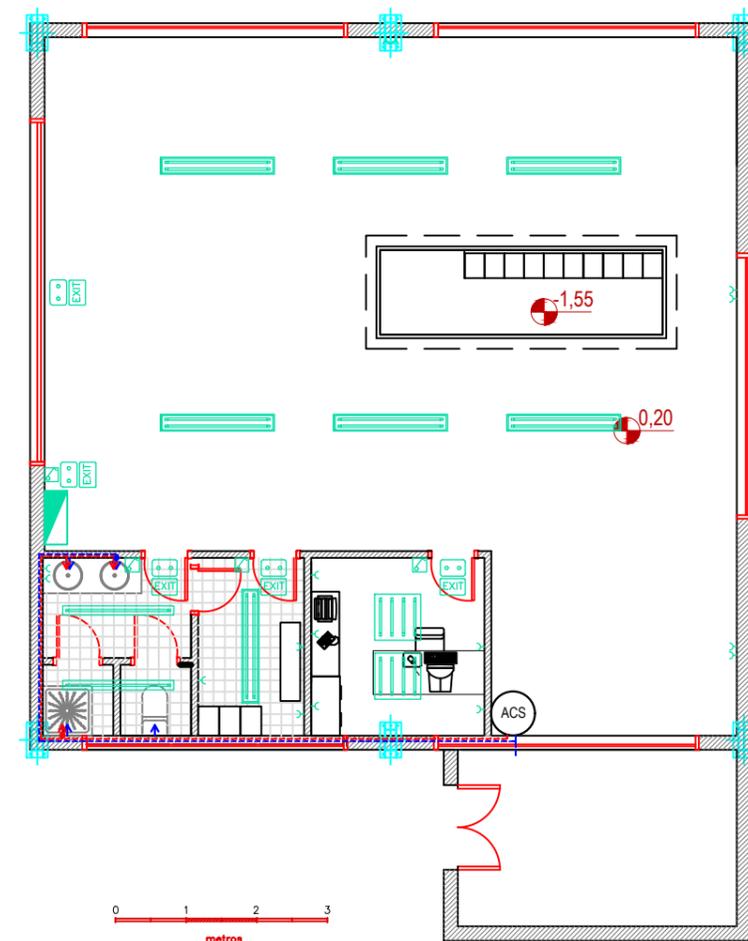
6/7

FECHA:

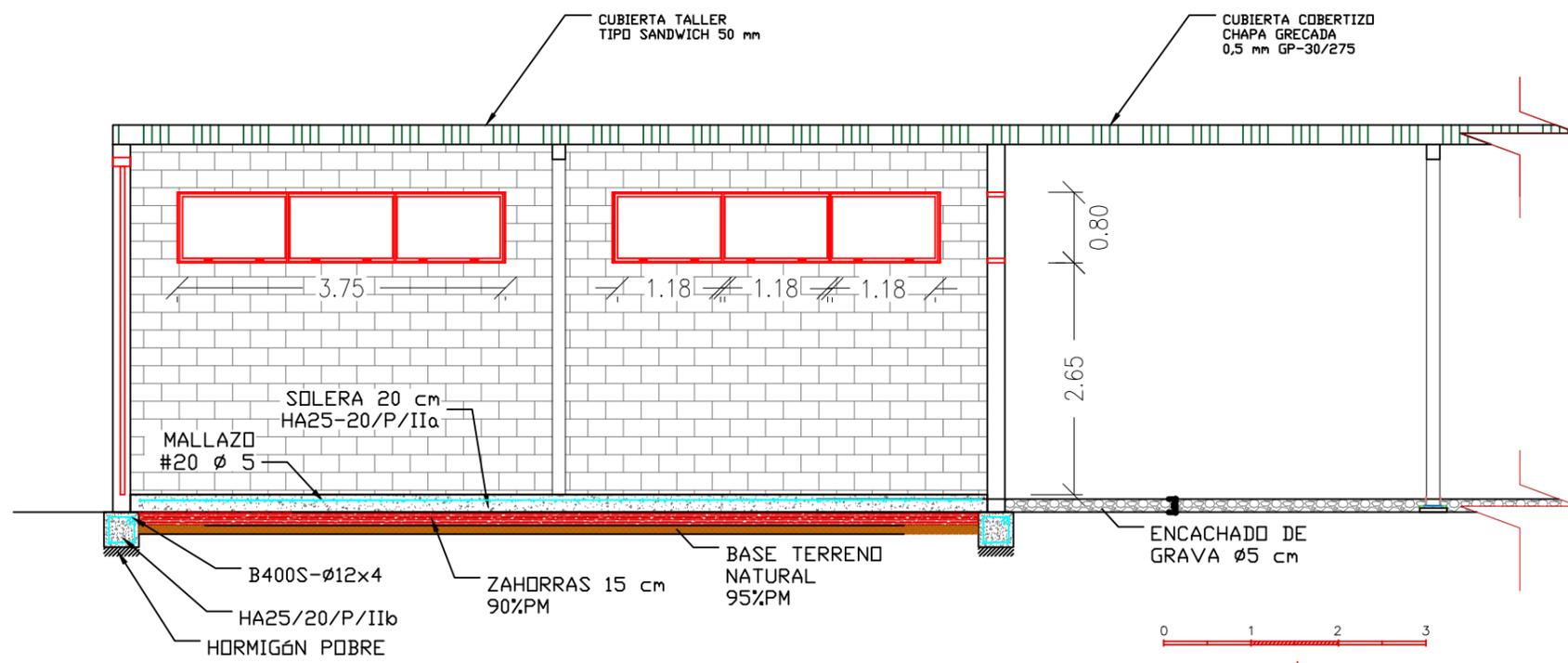
JULIO, 2020



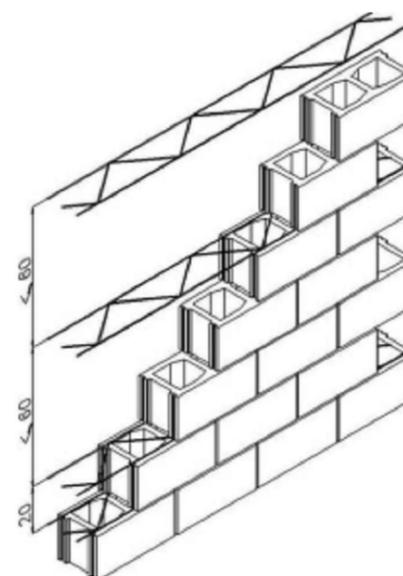
SECCIÓN A-A'
EN PLANO 4.2/6
E-1:75



E-1:100



SECCIÓN B-B'
EN PLANO 4.2/6
E-1:75



DETALLE REFUERZO MUROS CON CELOSIÁ TIPO TENDEL



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

SECCIÓN CONSTRUCTIVA DEL TALLER

ESCALA:

INDICADAS

FORMATO:
A3

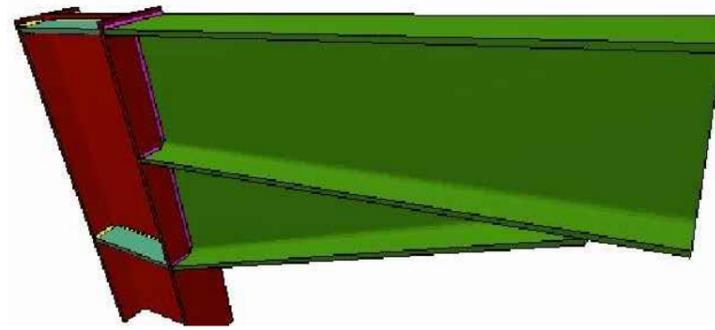
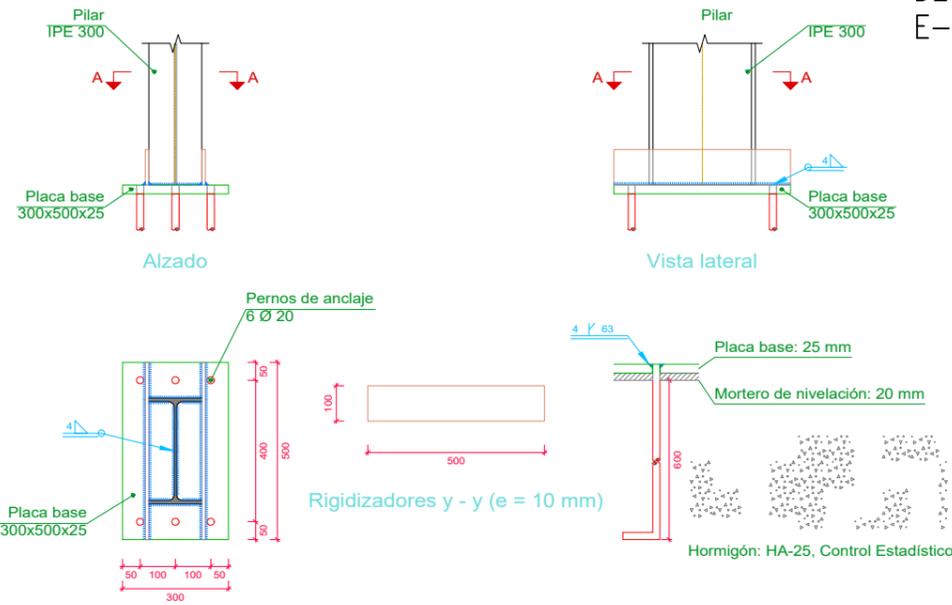
Nº DE PLANO:

7.1/7

FECHA:

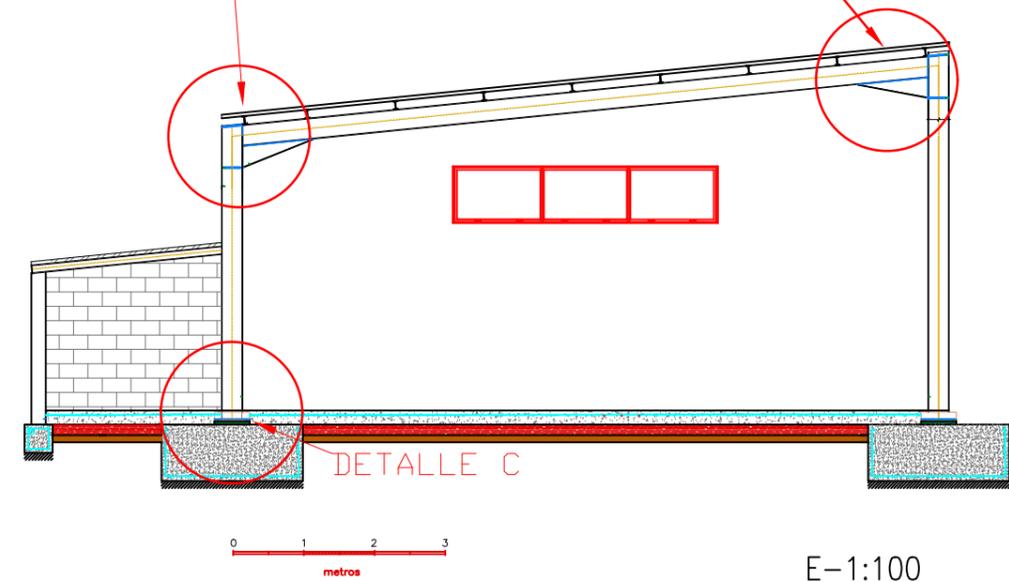
JULIO, 2020

DETALLE C
E-1:20

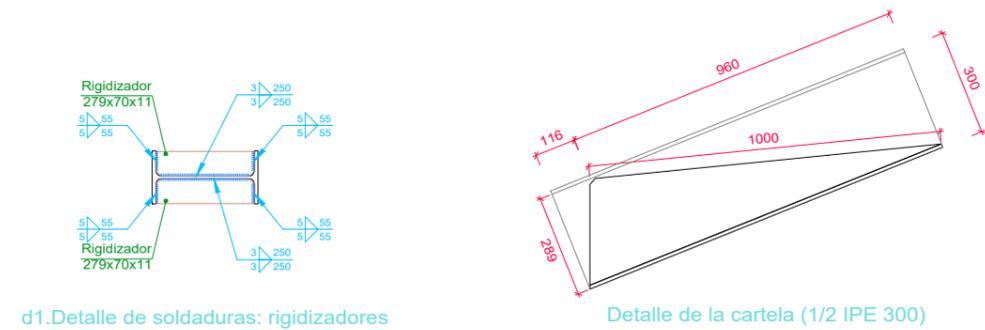


DETALLE A

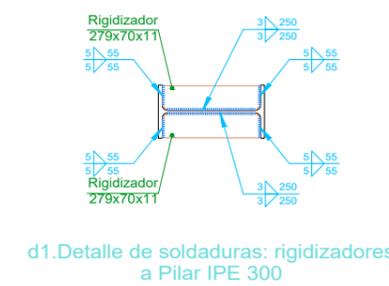
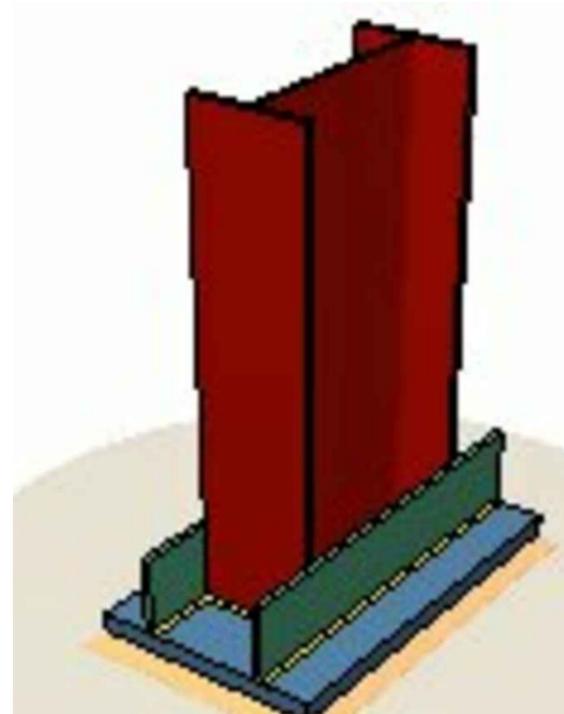
DETALLE B



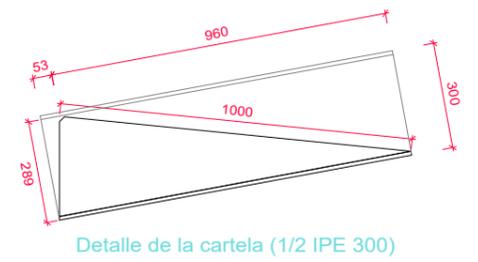
E-1:100



Detalle de la cartela (1/2 IPE 300)

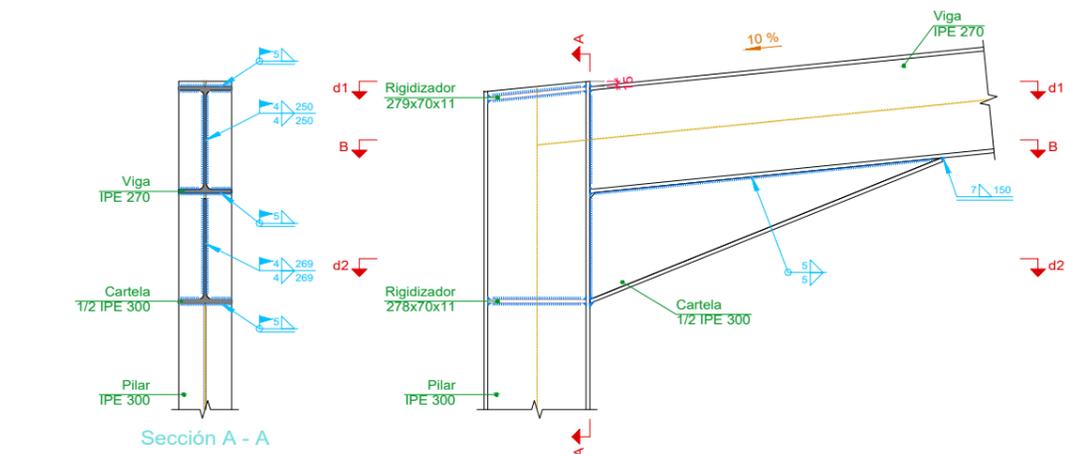


d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 300

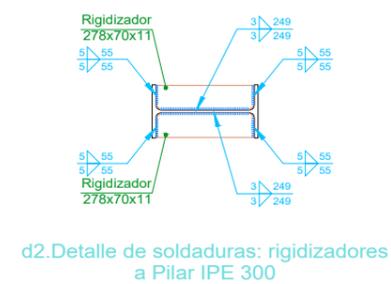


Detalle de la cartela (1/2 IPE 300)

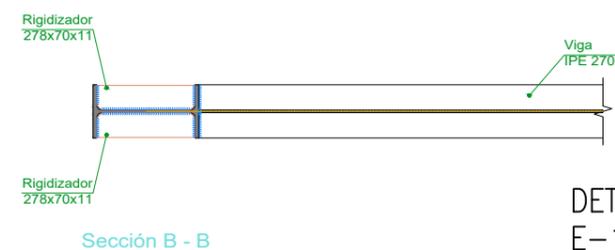
d1. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 300



Alzado

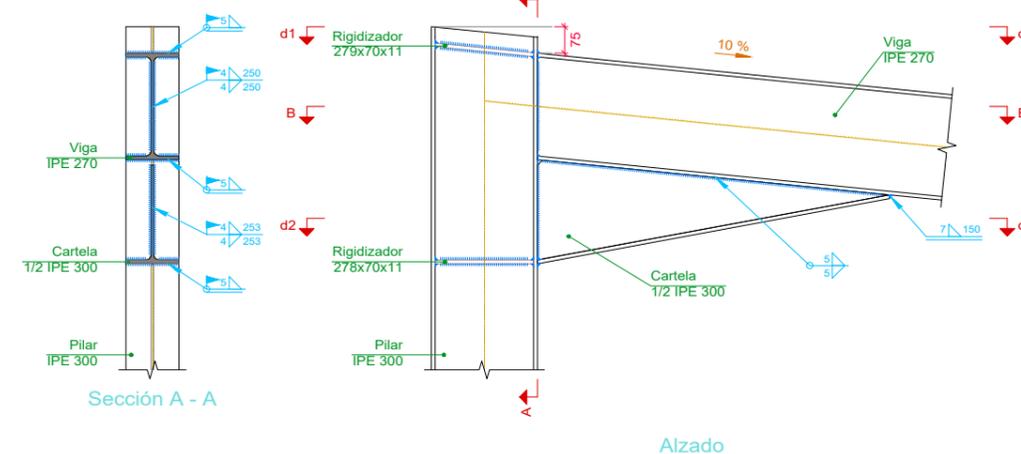


d2. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 300

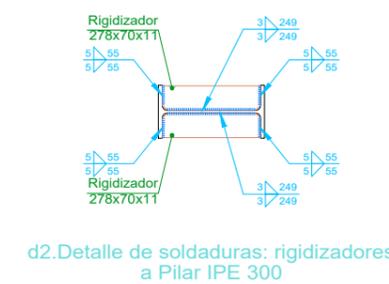


Sección B - B

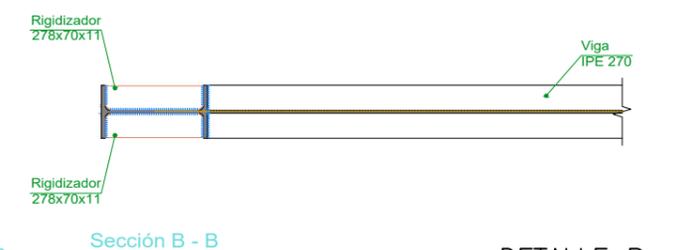
DETALLE A
E-1:20



Alzado



d2. Detalle de soldaduras: rigidizadores a Pilar IPE 300



Sección B - B

DETALLE B
E-1:20



EL ALUMNO

FELIPE GARRE ANGUERA DE SOJO

PROYECTO:

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE UN COBERTIZO Y TALLER MECÁNICO DE 405 m² LOCALIZADO EN ANGOLA

DENOMINACIÓN DEL PLANO:

SECCIÓN CONSTRUCTIVA
DETALLES DE UNIONES

ESCALA:

INDICADAS

FORMATO:
A3

Nº DE PLANO:

7.2/7

FECHA:

JULIO, 2020

DOCUMENTO III
PRESUPUESTO

PRESUPUESTOS PARCIALES

Capítulo 1: Movimiento de tierras					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. De una profundidad de 15 a 20 cm. Incluye la retirada y disposición de los materiales objeto del desbroce.	764,6	0,89 €	680,51 €
1.2	m ³	Excavación y nivelación de la caja a cielo abierto, en cualquier punto del terreno, con medios mecánicos y carga en camión.	152,9	5,90 €	902,25 €
1.3	m ³	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 1 m, en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Carga a camión de los materiales excavados. CIMENTACIÓN= 54 m ³ ; FOSA SÉPTICA= 27 m ³ .	81,0	25,76 €	2.086,56 €
1.4	m ³	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra.	233,9	1,04 €	243,28 €
1.5	m ²	Compactación de explanada a cielo abierto, con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. El precio no incluye la realización del ensayo Proctor Modificado.	764,6	2,01 €	1.536,88 €
1.6	m ³	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 90% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501. (SUPERFICIE DE TALLER + SALA GENERADOR) · 0,3= 34,9 m ³	34,9	22,68 €	791,95 €
1.7	m ²	Encachado de grava de 15 cm de espesor, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravas procedentes de cantera caliza de 50 mm; y posterior compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante, sobre la explanada homogénea y nivelada. El precio no incluye la ejecución de la explanada. SUPERFICIE COBERTIZO = 10 m · 30 m= 300 m ²	300,0	8,57 €	2.571,00 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº1 MOVIMIENTO DE TIERRAS					8.812,43 €

Capítulo 2: Hormigones y armaduras					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
2.1	m ³	Hormigón pobre fabricado in situ y vertido con dúnper de obra o cubilote para formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase de del hormigón.	5,4	107,33 €	579,58 €
2.2	m ²	Hormigón HA-25/20/P/IIb fabricado in situ y vertido vertido con dúnper de obra o cubilote para la formación de zapata de cimentación. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. ZAPATAS: $(2 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 18) = 43,2 \text{ m}^2$ VIGAS ATADO: $(0,40 \cdot 0,40 \cdot 3,50 \cdot 16) + (0,40 \cdot 0,40 \cdot 8 \cdot 4) = 22,16 \text{ m}^2$	57,3	138,51 €	7.933,85 €
2.3	kg	Acero B400S para la elaboración de la malla en el taller y montaje de zapata de cimentación. Incluye: Alambre de atar y separadores. Corte y doblado de la armadura. Montaje y colocación de la armadura con separadores homologados. Sujeción de la armadura. ZAPATAS = 1.207,8 kg VIGAS ATADO = 2.071,4 + 225,6 = 2.297 kg	3.504,8	1,00 €	3.504,80 €
2.4	m ²	Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor, realizada con hormigón HA25-20/P/IIb fabricado en central, y vertido con bomba, y malla de electrosoldada #20 Ø5. Como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Colocación de la malla. Vertido, extendido y vibrado del hormigón. Curado del hormigón. Corte del hormigón. SUPERFICIE DE TALLER + SALA GENERADOR = 102,9 + 11,8 = 114,6 m ²	114,6	35,83 €	4.104,72 €
2.5	m ²	Malla electrosoldada #20 Ø5, colocada en obra. Incluye: Corte de la malla electrosoldada. Montaje y colocación de la malla electrosoldada. SUPERFICIE DE TALLER + SALA GENERADOR.	114,6	12,48 €	1.430,21 €
2.6	Ud	Ensayo físico-químico a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre probetas de hormigón endurecido, tomadas en obra, para la determinación de las siguientes características: porosidad, densidad real y densidad aparente según UNE-EN 12390-7. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos.	1,0	106,80 €	106,80 €

2.7	Ud	Informe del análisis físico-químico realizado en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre probetas de hormigón endurecido. Incluye: Emisión del informe de resultados.	1,0	151,47 €	151,47 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº2 HORMIGONES Y ARMADURAS					17.810,95 €

Capítulo 3: Estructura					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
3.1	kg	<p>Suministro y montaje de pórticos y correas de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente. De las series IPE300, IPE270 e IPE120. Mediante uniones soldadas.</p> <p>Incluye: Izado y presentación de los extremos del pórtico mediante grúa. Aplomado. Resolución de las uniones a la base de cimentación. Regaje de la pieza y ajuste definitivo de las uniones. Reparación de defectos superficiales. Partida una capa de protección con minio y un acabado con dos capas de esmalte sintético de 45 micras de color a decidir por la propiedad.</p> <p>PILARES IPE 300: $(4 \text{ m} \cdot 9 \cdot 43,26 \text{ kg/m}) + (5 \text{ m} \cdot 9 \cdot 43,26 \text{ kg/m})$</p> <p>VIGAS IPE 270: $(10,05 \text{ m} \cdot 9 \cdot 37 \text{ kg/m})$</p> <p>CORREAS IPE 120: $(5 \text{ m} \cdot (8 \cdot 9) \cdot 10,66 \text{ kg/m})$</p> <p>CORREAS DE GENERADOR ELÉCTRICO IPE 120: $(4,15 \text{ m} \cdot 2 \cdot 10,66 \text{ kg/m})$</p> <p>VIGUETAS DE RESISTENCIA AL VIENTO LATERAL IPE 120: $(5 \text{ m} \cdot 27 \cdot 10,66 \text{ kg/m})$</p> <p>ACERO TOTAL = 12.238,8 kg.</p>	12.283,8	1,62 €	19.899,82 €
3.2	Ud	Cruces de San Andrés de acero circular de 2 cm de diámetro y 501 cm de longitud.	4,0	40,50 €	162,00 €
3.3	Ud	<p>Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 500 x 300 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 60 cm de longitud total.</p> <p>El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p>	18,0	74,40 €	1.339,20 €
3.4	kg	<p>Cartela de refuerzo en los pórticos de 1 m de longitud según indicación de los Planos, de acero UNE-EN 10025 S275JR soldadas.</p> <p>El precio incluye los cortes, los despuntes, la preparación de bordes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.</p> <p>PESO TOTAL= $37/2 \cdot 1 \cdot 18 \cdot 2 \cdot 1,2 = 399,6 \text{ kg}$</p>	399,6	5,00 €	1.998,00 €
3.5	m ²	<p>Murete de 10 cm de espesor de fábrica de 3 m de altura, de bloque hueco de hormigón, color gris visto, 50 x 20 x 10 cm.</p> <p>ZONA DE LAVABO + VESTUARIO + OFICINA = $(2,61 \cdot 2 + 1,7 + 1,09 + 6,33) \cdot 3 = 43 \text{ m}^2$</p>	43,0	23,00 €	989,46 €

3.6	m ²	Murete de 20 cm de espesor de fábrica, de bloque hueco de hormigón, para revestir, color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con pilastras intermedias y zuncho de coronación, de hormigón con armadura de acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 5 kg/m ² .	203,4	35,82 €	7.287,13 €
3.7	m ²	Falso techo continuo suspendido, situado a una altura menor de 4 m, liso con estructura metálica (12,5 + 27 + 27), formado por una placa de yeso laminado A / UNE-EN 520 - 1200 / longitud / 12,5 / borde afinado. SUPERFICIE DE LAVABO + VESTUARIO + OFICINA = 17 m ²	17,0	23,31 €	396,27 €
3.8	Ud	Inspección visual a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una unión soldada en estructura metálica, para la determinación de las imperfecciones superficiales y, en ocasiones, defectos internos de la unión según UNE-EN ISO 17637. Incluye Desplazamiento a obra e informe de resultado. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de ensayos realizados por laboratorio acreditado según especificaciones de proyecto.	1,0	65,64 €	65,64 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº3 ESTRUCTURA					32.137,52 €

Capítulo 4: Saneamiento					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
4.1	Ud	Fosa séptica de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE), de 10000 litros, de 2000 mm de diámetro y 3700 mm de longitud, con boca de acceso de 500 mm de diámetro, boca de entrada y boca de salida de 160 mm de diámetro, según UNE-EN 12566-1, para tratamiento primario de aguas residuales.	1,0	5.704,00 €	5.704,00 €
4.2	m	Colector enterrado en terreno no agresivo, de tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 125 mm de diámetro exterior. El precio incluye los equipos y la maquinaria necesarios para el desplazamiento y la disposición en obra de los elementos, incluye relleno de hormigón y tapado de la zanja.	10,0	20,00 €	200,00 €
4.3	Ud	Arqueta de paso, prefabricada de hormigón, de dimensiones interiores 40x40x50 cm, sobre solera de hormigón en masa. El precio incluye la excavación y el relleno del trasdós.	2,0	72,84 €	145,68 €
4.4	Ud	Imbornal clase D400 con fondo y salida frontal, registrable, prefabricada de hormigón fck=25 MPa, de 50 x 30 x 60 cm de medidas interiores, para saneamiento.	1,0	86,00 €	86,00 €
4.5	Ud	Suministro y montaje de lavabo de porcelana sanitaria, con pedestal, gama básica, color blanco, de 520 x 410 mm, y desagüe, acabado cromado. Incluso juego de fijación y silicona para sellado de juntas. El precio no incluye la grifería.	2,0	144,05 €	288,10 €
4.6	Ud	Suministro y montaje de inodoro de porcelana sanitaria, con tanque bajo, gama media, color blanco, con asiento y tapa lacados, mecanismo de descarga de 3/6 litros, con juego de fijación y codo de evacuación. Incluso silicona para sellado de juntas.	1,0	289,59 €	289,59 €
4.7	Ud	Suministro y montaje de plato de ducha acrílico, rectangular, modelo Neo Daiquiri "ROCA", color Blanco, de 1800 x 800 x 40 mm, con fondo antideslizante y juego de desagüe, equipado con grifería monomando mural para ducha, con cartucho cerámico, acabado cromado, modelo Thesis. Incluso silicona para sellado de juntas.	1,0	744,17 €	744,17 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº4 SANEAMIENTO					7.457,54 €

Capítulo 5: Cubierta					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
5.1	m ²	Placas translucidas planas de policarbonato celular 6 mm	33,0	20,44 €	674,52 €
5.2	m ²	Panel sándwich aislante de acero, para cubiertas, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1150 mm de anchura, formado por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de lana de roca de densidad media 145 kg/m ³ . TALLER	70,1	52,20 €	3.659,22 €
5.3	m ²	Chapa perfilada de acero galvanizado prelacado, de 0,6 mm de espesor, con nervios de entre 40 y 50 mm de altura de cresta, a una separación de entre 250 y 270 mm e inercia entre 13 y 21 cm ⁴ , según UNE-EN 14782. COBERTIZO	300,0	14,85 €	4.455,00 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº5 CUBIERTA					8.788,74 €

Capítulo 6: Carpintería / Ferretería					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
6.1	Ud	Puerta de garaje seccional con puerta de acceso integrada. Formada por chapa plegada de acero galvanizado de textura acalanada, 3750 x 4000 mm. LOCALIZADA EN TALLER.	1,0	3.000,00 €	3.000,00 €
6.2	Ud	Puerta de entrada de acero galvanizado, abatible de dos hojas, 2100 x 1200 mm. Cerradura con un punto de cierre y premarco. LOCALIZADA EN SALA GENERADOR.	1,0	500,00 €	500,00 €
6.3	Ud	Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 210 x 60 x 4 cm, de tablero de fibras acabado en melamina color blanco, con alma alveolar de papel kraft; precerco de pino país de 90 x 35 mm; galces de MDF, con revestimiento de melamina, color blanco de 90 x 20 mm; tapajuntas de MDF, con revestimiento de melamina, color blanco de 70 x 10 mm en ambas caras. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica.	6,0	152,56 €	915,36 €
6.4	Ud	Ventana triple de perfilaría metálica de una hoja oscilobatiente, dimensiones 3750 x 800 mm, compuesta de marco, hoja y junquillos, acabado estándar en las dos caras, color blanco, perfiles de 70 mm de anchura, soldados a inglete, que incorporan cinco cámaras interiores, tanto en la sección de la hoja como en la del marco, para mejora del aislamiento térmico; galce con pendiente del 5% para facilitar el desagüe; con refuerzos interiores, juntas de estanqueidad de EPDM manilla y herrajes; transmitancia térmica del marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm; compuesta por marco, hojas, herrajes de colgar y apertura, con cerradura de seguridad, elementos de estanqueidad y accesorios homologados, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207, clasificación a la estanqueidad al agua clase 9A, según UNE-EN 12208, y clasificación a la resistencia a la carga del viento clase C5, según UNE-EN 12210, sin premarco cajón de persiana básico incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual con cinta y recogedor. Incluso patillas de anclaje para la fijación de la carpintería, silicona para sellado perimetral de la junta entre la carpintería exterior y el paramento.	5,0	437,75 €	2.188,75 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº6 CARPINTERÍA / FERRETERÍA					6.604,11 €

Capítulo 7: Instalación Eléctrica					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
7.1	Ud	Caseta del generador eléctrico de 2500 x 2700 x 4150 con cerramientos verticales de bloques de hormigón de 40 x 30 x 20 en obra vista. Estructura de cubierta formada por IPE 120 y cerramiento de cubierta con chapa grecada prelacada de 0,6 mm. Solera de HA-25/20/P/IIb con mallazo #20 Ø 5 sobre base de zahorras de 15 cm.	1,0	800,00 €	800,00 €
7.2	Ud	Suministro e instalación de luminaria, de 1576 x 170 x 100 mm, para 2 lámparas fluorescentes TL de 58 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP65 y rendimiento mayor del 65%; instalación en la superficie del techo en garaje. Incluso lámparas.	7,0	65,12 €	455,84 €
7.3	Ud	Suministro e instalación de luminaria, de 1576 x 100 x 100 mm, para 1 lámpara fluorescentes TL de 58 W, con cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; difusor de metacrilato; balasto magnético; protección IP20 y rendimiento mayor del 65%; instalación en la superficie del techo en garaje. Incluso lámparas.	2,0	47,47 €	94,94 €
7.4	Ud	Suministro e instalación de luminaria cuadrada modular, 596 x 596 x 91 mm, para 4 lámparas fluorescentes TL de 18 W, con difusor de luz empotrado, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio; reflector interior de chapa de acero, acabado termoesmaltado, de color blanco; balasto magnético; protección IP20 y rendimiento mayor del 65%; instalación en la superficie del techo en garaje. Incluso lámparas.	2,0	125,68 €	251,36 €
7.5	Ud	Suministro, montaje y conexionado de interruptor unipolar (1P) estanco, con grado de protección IP65, monobloc, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla simple y caja, de color gris, instalado en superficie.	4,0	13,60 €	54,40 €
7.6	Ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, estanco, con grado de protección IP65, monobloc, gama básica, intensidad asignada 10 A, tensión asignada 250 V, con tapa y caja con tapa, de color gris, instalada en superficie.	15,0	16,19 €	242,85 €

7.7	Ud	Red eléctrica de distribución interior para taller mecánico según indicaciones del plano, con las siguientes estancias: Lavabo, vestuario, oficina, garaje y sala de generador eléctrico, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector: 1 circuito para alumbrado de emergencia, mecanismos gama básica. Cableado RZ1-K (As) en distribución en bandeja tipo rejiban.	1,0	2.218,00 €	2.218,00 €
7.8	Ud	Suministro e instalación en superficie en zonas comunes de luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245 x 110 x 58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.	5,0	50,16 €	250,80 €
7.9	Ud	Armario general de distribución metálico, de superficie, con puerta ciega, grado de protección IP40, aislamiento clase II, de 1050 x 650 x 250 mm, 48 módulos.	1,0	600,00 €	600,00 €
7.10	Ud	Sistema externo de protección frente al rayo, formado por pararrayos con dispositivo de cebado tipo "PDC", avance de 15 µs y radio de protección de 32 m para un nivel de protección 1 según DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad (CTE), colocado en cubierta sobre mástil de acero galvanizado en caliente, de 1 1/2" de diámetro y 6 m de longitud. Incluso soportes, piezas especiales, pletina conductora de cobre estañado, vías de chispas, contador de los impactos de rayo recibidos, tubo de protección de la bajada y toma de tierra con pletina conductora de cobre estañado.	1,0	5.468,71 €	5.468,71 €
7.11	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 40 A, esquema 1.	1,0	218,80 €	218,80 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA					10.655,70 €

Capítulo 8: Fontanería					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
8.1	Ud	Depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 2000 litros, para agua potable, con válvula de corte de compuerta de 1" DN 25 mm y válvula de flotador, para la entrada y válvula de corte de compuerta de 1" DN 25 mm para la salida.	1,0	2.670,00 €	2.670,00 €
8.2	Ud	P.A. Estructura metálica con perfiles elevada a 7 m para la instalación del depósito de agua.	1,0	3.000,00 €	3.000,00 €
8.3	Ud	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño según se indica en el plano. Con dotación para: inodoro, 2 lavabos y ducha. Realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente.	1,0	1.000,00 €	1.000,00 €
8.4	Ud	Grifería monomando formada por grifo mezclador monomando de repisa para lavabo, gama media, elementos de conexión, enlaces de alimentación flexibles de 3/8" de diámetro y 350 mm de longitud, válvula antirretorno y dos llaves de paso.	2,0	105,22 €	210,44 €
8.5	Ud	Suministro y montaje de termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 75 l, potencia 2 kW, de 758 mm de altura y 450 mm de diámetro, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano, ánodo de sacrificio de magnesio. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera y latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y probado.	1,0	300,00 €	300,00 €
8.6	m	Suministro y montaje de tubería de distribución de agua caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN = 6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.	20,0	16,91 €	338,20 €
8.7	m	Suministro y montaje de tubería de distribución de agua fría de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-Xa), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN = 6 atm, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.	20,0	16,91 €	338,20 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº8 FONTANERÍA					7.856,84 €

Capítulo 9: Seguridad y salud					
Nº partida	Unidad	Concepto	Cantidad	Preu (€/unidad)	Importe (€)
9.1	Ud	Conjunto de protecciones individuales y colectivas relacionadas con la seguridad y salud laboral.	1,0	1.974,13 €	1.974,13 €
TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº9 SEGURIDAD Y SALUD					1.974,13 €

Presupuesto de ejecución de material

1	Movimiento de tierras	8.812,43 €
2	Hormigones y armaduras	17.810,95 €
3	Estructura	32.137,52 €
4	Saneamiento	7.457,54 €
5	Cubierta	8.788,74 €
6	Carpintería y ferretería	6.604,11 €
7	Instalación eléctrica	10.655,70 €
8	Fontanería	7.856,84 €
9	Seguridad y salud (2 % s/total)	2.002,48 €
	<u>Total</u>	<u>102.126,31 €</u>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CIENTO DOS MIL CIENTO VEINTISÉIS EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS.

RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Proyecto constructivo de una nave para guarecer y reparar la maquinaria de una explotación de 1.500 ha de girasol en el Norte de Angola.

Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Movimiento de tierras	8.812,43 €
2 Hormigones y armaduras	17.810,95 €
3 Estructura	32.137,52 €
4 Saneamiento	7.457,54 €
5 Cubierta	8.788,74 €
6 Carpintería y ferretería	6.604,11 €
7 Instalación eléctrica	10.655,70 €
8 Fontanería	7.856,84 €
9 Seguridad y salud (2 % s/total)	2.002,48 €
Presupuesto de ejecución material (PEM)	102.126,31 €
Gastos indirectos ejecución en Angola (30%)	30.637,89 €
Gastos generales (20%)	26.552,84 €
IVA (14%)	22.304,39 €
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC)	181.621,42 €

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y UN MIL SEISCIENTOS VEINTIUNO EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS (181.621,42 €).

Castelldefels,

Julio, 2020

El Estudiante: Felipe Garre Anguera de Sojo