

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

ÍNDICE GENERAL

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

ORDEN DE DOCUMENTOS

1. MEMORIA
2. PLANOS
3. ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL
4. ANEXO II. ESTIMACIÓN DE COSTES

ÍNDICE DE MEMORIA

ABSTRACT.....	1
0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	2
1 OBJETO.....	3
2 ALCANCE.....	3
3 ANTECEDENTES.....	3
4 NORMAS Y REFERENCIAS.....	4
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	4
4.1.1 Estructura y cimentación.....	4
4.1.2 Redacción de trabajo y elaboración de planos.....	4
4.2 Software empleados.....	4
5 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	5
5.1 Ubicación de la parcela.....	6
6 REQUISITOS Y CONDICIONES DE DISEÑO.....	7
7 ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	8
8 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL.....	11
8.1 Cimentación.....	12
8.2 Estructura de hormigón armado.....	13
8.3 Estructura metálica.....	14
9 MATERIALES.....	16
9.1 Hormigón de limpieza.....	16
9.2 Hormigón estructural.....	16
9.3 Cemento.....	16

9.4 Acero corrugado.....	17
9.5 Acero estructural.....	17
10 BASES DE CÁLCULO.....	17
10.1 Acciones en la estructura de hormigón armado.....	17
10.1.1 Acciones permanentes.....	17
10.1.2 Acciones variables.....	18
10.2 Acciones en la estructura metálica.....	18
10.2.1 Acciones permanentes.....	18
10.2.2 Acciones variables.....	19
10.3 Combinación de acciones.....	19
10.3.1 Combinación de acciones en la estructura de hormigón armado.....	19
10.3.2 Combinación de acciones en la estructura metálica.....	22
11 MODELO DE CÁLCULO.....	27
11.1 Estructura metálica.....	27
11.2 Estructura de hormigón armado.....	32
12 CONCLUSIÓN Y RESUMEN.....	33

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 01. SITUACIÓN
- PLANO 02. EMPLAZAMIENTO
- PLANO 03. PLANTA
- PLANO 04. SEMISÓTANO
- PLANO 05. PLANTA BAJA
- PLANO 06. PLANTA ALTA
- PLANO 07. FACHADA SUR Y ESTE
- PLANO 08. FACHADA NORTE Y OESTE
- PLANO 09. PLANTA ACOTADA
- PLANO 10. SEMISÓTANO ACOTADO
- PLANO 11. PLANTA BAJA ACOTADA
- PLANO 12. PLANTA ALTA ACOTADA
- PLANO 13. SECCIÓN A-A´ Y B-B´
- PLANO 14. SECCIÓN C-C´ Y D-D´

- PLANO HA.1. LOSA DE CIMENTACIÓN
- PLANO HA.2. ZAPATAS DE MUROS M4, M5, M6 Y M7
- PLANO HA.3. MUROS
- PLANO HA.4. VIGAS DE ATADO
- PLANO HA.5. ARM LONGITUDINAL INFERIOR P.BAJA
- PLANO HA.6. ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.BAJA
- PLANO HA.7. ARM TRANSVERSAL INFERIOR P.BAJA
- PLANO HA.8. ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.BAJA
- PLANO HA.9. ARM LONGITUDINAL INFERIOR P.ALTA
- PLANO HA.10. ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.ALTA
- PLANO HA.11. ARM TRANSVERSAL INFERIOR P.ALTA
- PLANO HA.12. ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.ALTA
- PLANO HA.13. CUADRO DE PILARES
- PLANO HA.14. VIGAS DE HUECO 1
- PLANO HA.15. VIGAS DE HUECO 2
- PLANO HA.16. ESCALERA Y FOSO DE ASCENSOR

- PLANO M.1. PLACAS DE ANCLAJE
- PLANO M.2. VISTA SUPERIOR DE ESTRUCTURA
- PLANO M.3. PÓRTICOS A B C METÁLICOS
- PLANO M.4. DETALLES
- PLANO M.5. UNIONES TIPO

ÍNDICE DE ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 CIMENTACIÓN.....	1
1.2 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.....	1
1.3 ESTRUCTURA METÁLICA.....	2

APARTADOS CON ÍNDICE PROPIO:

2. LISTADOS DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

3. LISTADOS DE ESTRUCTURA METÁLICA

ÍNDICE DE ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1
CAPÍTULO 2. CIMENTACIÓN.....	2
CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	3
CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA DE ACERO.....	4
ESTIMACIÓN DE COSTES TOTAL.....	5

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

MEMORIA

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

ÍNDICE DE MEMORIA

ABSTRACT.....	1
0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN.....	2
1 OBJETO.....	3
2 ALCANCE.....	3
3 ANTECEDENTES.....	3
4 NORMAS Y REFERENCIAS.....	4
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	4
4.1.1 Estructura y cimentación.....	4
4.1.2 Redacción de trabajo y elaboración de planos.....	4
4.2 Software empleados.....	4
5 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	5
5.1 Ubicación de la parcela.....	6
6 REQUISITOS Y CONDICIONES DE DISEÑO.....	7
7 ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	8
8 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL.....	11
8.1 Cimentación.....	12
8.2 Estructura de hormigón armado.....	13
8.3 Estructura metálica.....	14
9 MATERIALES.....	16
9.1 Hormigón de limpieza.....	16
9.2 Hormigón estructural.....	16
9.3 Cemento.....	16

9.4 Acero corrugado.....	17
9.5 Acero estructural.....	17
10 BASES DE CÁLCULO.....	17
10.1 Acciones en la estructura de hormigón armado.....	17
10.1.1 Acciones permanentes.....	17
10.1.2 Acciones variables.....	18
10.2 Acciones en la estructura metálica.....	18
10.2.1 Acciones permanentes.....	18
10.2.2 Acciones variables.....	19
10.3 Combinación de acciones.....	19
10.3.1 Combinación de acciones en la estructura de hormigón armado.....	19
10.3.2 Combinación de acciones en la estructura metálica.....	22
11 MODELO DE CÁLCULO.....	27
11.1 Estructura metálica.....	27
11.2 Estructura de hormigón armado.....	32
12 CONCLUSIÓN Y RESUMEN.....	33

ABSTRACT

This academic work aims at the design and calculation of the structure of a building for the automotive sector.

The main function of this structure is to house a sale of used vehicles, including a workshop for the customers of the sale or external customers. The idea arises from the need to promote the reduction of the vehicle fleet on the island of Tenerife, which is currently a serious problem.

The project is located next to other industrial buildings in the municipality of Tacoronte, specifically in Los Naranjeros.

In addition to the design and calculation of the work, both its concrete part and the steel part, the interior layout of the building has been taken into account, including the bathrooms, two entrances (stairs and elevator) between the ground floor and upper floor, and an elevator for vehicles that covers the 3 floors of the building.

Finally, highlight the use of certain computer programs for the execution of the project and obtaining a budget, based on the different necessary regulations.

0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN

PROYECTO
Título: Estudio y diseño de una estructura destinada al sector del automóvil. Ubicación: Carretera General del Norte, 433, 38340 Tacoronte, Santa Cruz de Tenerife. Coordenadas UTM: 364.911,88 3.152.232,96
AUTOR
Nombre: Nelson Gutiérrez Martín DNI: 51152794N Correo electrónico: alu0101101712@ull.edu.es

1 OBJETO

El objetivo de este proyecto consiste en el diseño y cálculo de la estructura de un edificio destinado al sector del automóvil, concretamente a la venta y reparación de vehículos usados. Se definen a continuación los objetivos específicos del trabajo:

- Diseñar y calcular la estructura de hormigón armado y la cimentación.
- Diseñar y calcular la estructura metálica.
- Definir los planos estructurales básicos de la obra.
- Elaborar una estimación de costes de la obra.

Además este proyecto contribuye al desarrollo de las competencias adquiridas a lo largo del Grado en Ingeniería Mecánica, formando parte de la asignatura Trabajo de Fin de Grado.

2 ALCANCE

El siguiente trabajo forma parte del campo de la ingeniería industrial y se centra en el diseño y cálculo de una estructura destinada al uso automovilístico.

En ningún caso se tratará este documento como un proyecto de ejecución de obra, sino como un estudio de viabilidad estructural, limitándose al diseño y análisis de la estructura de hormigón armado y la estructura metálica que conforman el edificio en cuestión.

3 ANTECEDENTES

La ubicación del edificio se sitúa en la Carretera General del Norte, en el pueblo de Los Naranjeros, perteneciente al municipio de Tacoronte. El solar se ubica al lado de otras tres naves industriales destinadas a otros sectores de comercio.

La motivación para llevar a cabo este proyecto reside en el grave problema que sufre la isla de Tenerife relacionado con la cantidad de vehículos en ella, 840.000 censados en 2021, concretamente unos 819 vehículos por cada 1000 habitantes, más del triple de la media nacional, y más coches que carnets de conducir.

Por ello, este proyecto pretende fomentar la compra de vehículos de segunda mano, proporcionando un amplio espacio de exposición para dichos vehículos, y un taller para el mantenimiento y reparación de los mismos.

4 NORMAS Y REFERENCIAS

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.

Para la realización del presente proyecto se han aplicado las disposiciones legales y normas que se recogen a continuación, según área de aplicación:

4.1.1 Estructura y cimentación.

-CTE-DB-SE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural. Real Decreto 732/2019.

-CTE-DB-SE-AE: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación. Real Decreto 732/2019.

-CTE-DB-SE-A: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural, Acero. Real Decreto 732/2019.

-CTE-DB-SE-C: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural, Cimientos. Real Decreto 732/2019.

-CTE-DB-SI: Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio. Real Decreto 732/2019.

-Código Estructural. Real Decreto 470/2021.

-EHE-08 (Instrucción de hormigón estructural) y EAE-11 (Instrucción de acero estructural), ambas derogadas. Se consultan estas normas para abordar procedimientos de predimensionado y aproximaciones en el proceso de cálculo.

4.1.2 Redacción de trabajo y elaboración de planos.

-UNE-EN ISO 5455:1996: Dibujos Técnicos. Escalas.

-UNE-EN ISO 129-1:2019/A1:2021 (Ratificada). Acotación.

4.2 Software empleados

Durante la elaboración del proyecto se han empleado distintos programas con el fin de realizar los cálculos y las representaciones gráficas necesarias.

-CYPE 2023: Para el cálculo de la estructura de hormigón armado se utilizó el módulo de CYPECAD, mientras que para la estructura de acero que se sitúa en la parte superior de la estructura de hormigón armado se utilizó el módulo CYPE 3D. Finalmente para el cálculo de uniones se empleó el módulo CYPE CONNECT.

-AutoCAD 2023: Empleado para el diseño del pórtico tipo de la estructura de acero, las plantillas empleadas en CYPECAD para la estructura de hormigón armado, y el procesamiento de los planos estructurales y de emplazamiento.

- Microsoft Office Excel 2022: Empleado para realizar la estimación de costes de la obra.

5 DESCRIPCIÓN GENERAL

La edificación cuenta con tres plantas destinadas íntegramente al uso automovilístico. La primera de estas plantas es un semisótano, totalmente bajo tierra en su cara frontal e izquierda, al descubierto en la cara posterior, y con una rampa para los vehículos en su lateral derecho. Este semisótano será de hormigón armado con 5,50 m de altura, y en él se ubicarán los talleres de mecánica y de chapa y pintura. Además estará provisto de baños para los trabajadores y una zona de almacén.

En el exterior se ha diseñado un muro de 5,50 m de altura en el límite del solar para contener el terreno colindante.

La planta sobre rasante o planta baja también será de hormigón armado de 4 m de altura, y estará destinada a la exposición y venta de vehículos, recepción de vehículos destinados al taller, y atención al cliente.

Estas dos primeras plantas tienen unas dimensiones de 36 m x 30 m, es decir, unos 1080 m² de superficie, y una distribución de pilares interiores de 7,12 m x 7,40 m entre sí. Ambos forjados cuentan con un hueco en su esquina posterior izquierda por el cual pasará un ascensor destinado a vehículos que permitirá comunicar las tres plantas del edificio interiormente. Además el forjado superior cuenta con otro hueco para alojar un ascensor para clientes y una escalera que comunicará dicha planta con la planta alta del edificio.

La cimentación de la estructura se llevará a cabo mediante una losa de hormigón armado para el edificio y una zapata continua para los muros exteriores.

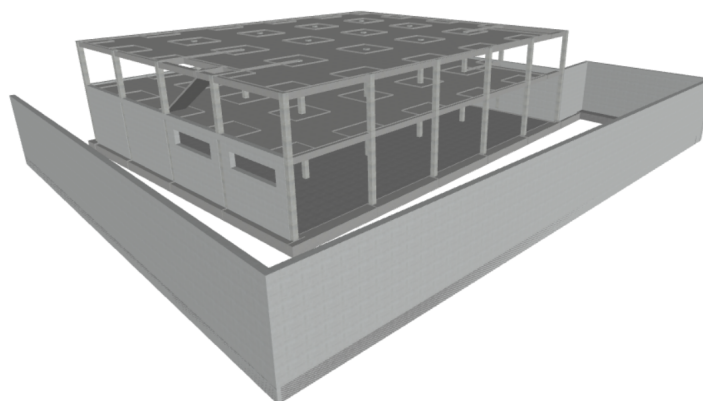


Figura 1. Representación 3D estructura de hormigón armado I. Fuente CYPECAD

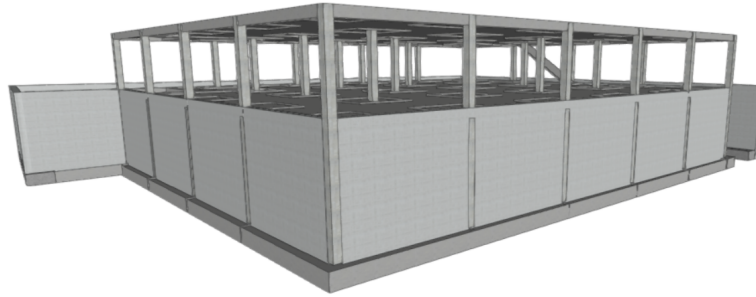


Figura 2. Representación 3D estructura de hormigón armado II. Fuente CYPECAD

Finalmente, la planta alta estará provista de una cubierta metálica de acero de las mismas dimensiones que las plantas inferiores, formada por cinco pórticos con forma curva en el centro y dos aguas rectas a los laterales, generando unas luces en el pórtico de 7,07 m en dichos laterales, resueltos con un perfil recto, y una luz de 21,36 m en el centro resuelta con una cercha en celosía con forma curva, que alcanza los 6 m de altura. Esta planta estará destinada únicamente a la exposición de vehículos para su posterior venta.

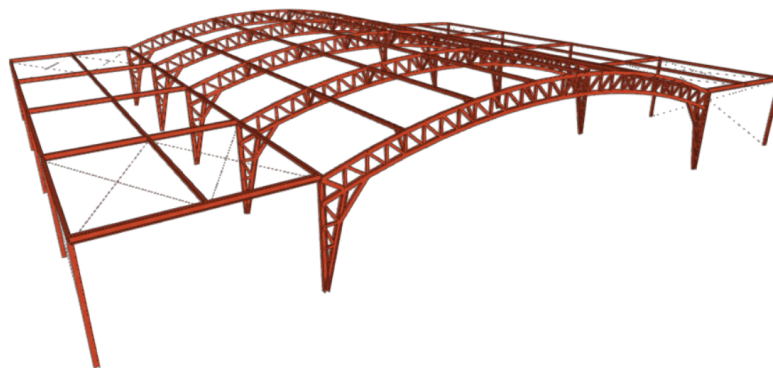


Figura 3. Representación 3D estructura de acero I. Fuente CYPE 3D

5.1 Ubicación de la parcela

La ubicación en la que se situará el edificio se encuentra en el pueblo de Los Naranjeros, en el término municipal de Tacoronte, Tenerife. Dicha información se puede consultar en el documento de planos, concretamente en los planos 01 SITUACIÓN y 02 EMPLAZAMIENTO.

La parcela en la que se pretende construir el edificio consta de unos 3325 m² de superficie, de los cuales se utilizarán 1080 m² para la construcción del edificio, 726 m² para la rampa exterior y la zona exterior a los talleres, y el resto para aparcamientos. Dicha parcela está delimitada por una nave industrial a su derecha, viviendas a su izquierda, una carretera general (paralela a la autopista) en el frente, y zonas rurales en su parte posterior.



Figura 4. Ubicación de la parcela. Fuente: Visor Grafcan

6 REQUISITOS Y CONDICIONES DE DISEÑO

El emplazamiento del edificio y las actividades para las que está destinado generan una serie de requisitos y condiciones de diseño, los cuales se pueden dividir en:

-Condiciones urbanísticas: la limitación de altura de la obra se puede consultar en el Plan General de Ordenación Urbana del municipio de Tacoronte, y siguiendo las directrices de este PGOU será similar a la altura de las edificaciones adyacentes. Por ello los talleres del edificio se han diseñado bajo rasante para disponer de las dos plantas sobre rasante para la venta y exposición de vehículos.

Además se aprovechará una calle secundaria que comunica con el lateral izquierdo de la parcela para realizar una salida del aparcamiento, de modo que la circulación en este será en sentido único, entrando a la parcela desde la carretera general y saliendo a esta pequeña calle que vuelve a conectarse a la general unos 100 metros más adelante.

-Condiciones del terreno: Dado que no se dispone de estudio geotécnico, el cual no es parte del alcance de este trabajo, se ha empleado el Visor de Grafcan para obtener el tipo de terreno en el que se pretende ubicar la obra, resultando ser un terreno arcilloso y/o limoso con cierta expansividad (suelos residuales y sedimentos lacustres de naturaleza fundamentalmente arcillosa y/o limosa. Se forman bien en el fondo de cuencas lacustres cerradas o semicerradas por sedimentación de detritos finos o muy finos de tamaño). La categoría de este terreno es T3 y en base a estos datos se ha optado por emplear para el cálculo una tensión admisible del terreno de 0,2 MPa, correspondiente al rango de arcillas muy firmes en la tabla D.25 del CTE-DB-SE-C, y un coeficiente de balasto de 30 MN/m³.

-Requisitos debido al uso del edificio: los talleres deben tener luces amplias entre pilares y altura suficiente para poder instalar elevadores para los vehículos y la cabina de pintura, además de garantizar espacio suficiente para maniobrar con dichos vehículos y que los trabajadores puedan llevar a cabo las reparaciones de la manera más cómoda posible.

También deben contar con un sistema de ventilación que garantice la extracción de gases y la renovación del aire, además de disponer de una buena iluminación para la exposición, por ello se ha diseñado el cerramiento de la fachada frontal y lateral izquierda con vidrio de 10 mm de espesor.

-Debido al desgaste que supone la circulación de vehículos se utilizará asfalto en toda parcela, excepto en el interior del edificio cuyo pavimento será de hormigón fratasado.

-Requisitos de accesibilidad: el edificio debe estar provisto de un ascensor que permita subir y bajar los vehículos entre las dos plantas de exposición, que además se aprovechará para comunicar también dichas plantas con el semisótano en el que se encuentran los talleres.

También debe contar con un ascensor para clientes que recorrerá todo el edificio, pero que tendrá autorizada la bajada al taller únicamente para los trabajadores, y con una escalera que comunique las dos plantas sobre rasante. Dicha escalera tiene un primer tramo de 5 escalones que asciende 0,9 m, un rellano de 1 m, y otro tramo de 17 escalones que asciende 3,06 m. De esta manera estos tres tramos de escalera dispuestos en la misma dirección cumplen con la normativa vigente, la cual no permite tramos de escalera que salven alturas superiores a 3,2 m sin ningún rellano.

En el exterior será necesaria una rampa que comunique la zona de aparcamientos con los talleres, ya que aunque los vehículos puedan introducirse al edificio desde la planta sobre rasante y luego bajarlos por el ascensor, aquellos vehículos que no estén en condiciones de circular y lleguen al taller en grúa deberán acceder por la rampa exterior.

7 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

El diseño inicial para la estructura de hormigón armado se planteó utilizando zapatas en lugar de una losa de cimentación, pero esta opción se sustituyó debido a que por las condiciones del terreno, las zapatas que se habían dimensionado ocupaban más del 50% de la superficie de la obra, con lo cual se considera rentable usar la losa de cimentación, además de que esta contribuye a limitar los posibles desplazamientos debidos al terreno expansivo (arcilloso) que se encuentra en esta zona, según se ha indicado en el apartado de Requisitos y Condiciones de Diseño.

Además el diseño inicial provisto de dos rampas de acceso al taller, una de bajada (la rampa actual) y otra de subida en el lado izquierdo del edificio, la cual impedía la salida del aparcamiento por la calle secundaria.



Figura 5. Diseño de dos rampas laterales. Fuente Autocad

Posteriormente se ideó una rampa en curva desde la parte posterior del edificio que sí permitiría la salida del aparcamiento por la calle secundaria, pero esta resultó ser demasiado inclinada, además de obstaculizar una de las entradas al taller.



Figura 6. Diseño de rampa ascendente en curva. Fuente Autocad

Finalmente se optó por una sola rampa a la derecha, ya que el tráfico de vehículos en ella es mínimo debido a que su uso se restringe al personal de la empresa.



Figura 7. Diseño de rampa única. Fuente Autocad

Por otra parte, la escalera de acceso a la planta alta se diseñó inicialmente con un único tramo recto, pero este no cumplía con la normativa vigente, la cual no permite tramos de escalera que asciendan más de 3,2 m sin rellano. Por ello se optó por incluir un rellano a 0,9 m de altura, quedando un tramo inicial que asciende 0,9 m y otro secundario que asciende 3,06 m, ambos en línea recta.

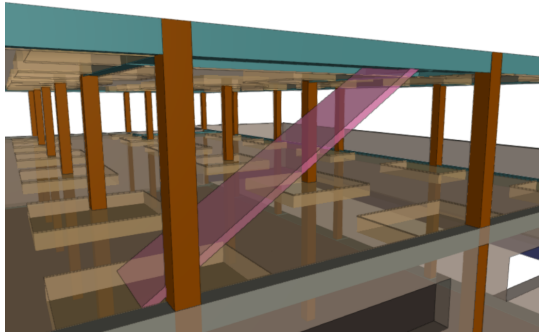


Figura 8. Escalera de un tramo. Fuente CYPECAD

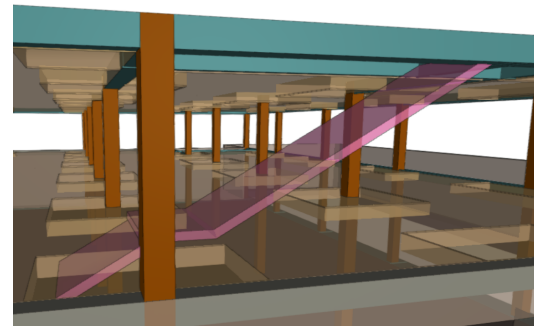


Figura 9. Escalera de dos tramos. Fuente CYPECAD

En cuanto a la estructura de acero se planteó inicialmente una estructura sencilla a dos aguas con los soportes situados a continuación de los pilares de hormigón, pero para generar un espacio más diáfano se optó por eliminar los dos pilares centrales de cada pódico dejando dos espacios laterales de 7,07 m x 30 m, y un espacio central de 21,36 m x 30 m. Una vez elegida esta distribución de soportes se diseñó la cubierta de varias formas:

Primero se optó por una cercha en celosía americana a dos aguas, con 6 soportes en los pórticos exteriores y 4 en los centrales.

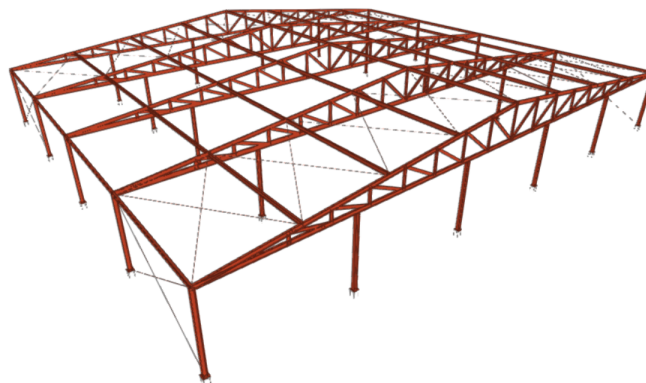


Figura 10. Representación 3D estructura de acero II. Fuente CYPE 3D

Posteriormente la cercha americana se mantuvo pero únicamente entre los soportes centrales, en este caso con 4 soportes en todos los pórticos, dando lugar a una cubierta con 4 aguas.

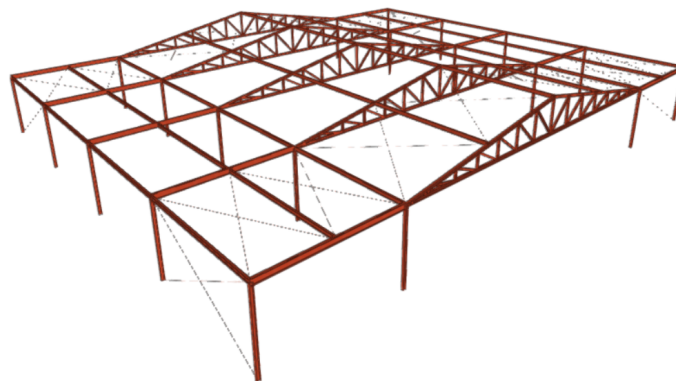


Figura 11. Representación 3D estructura de acero III. Fuente CYPE 3D

En la penúltima modificación del diseño se optó por mejorar la estética final de cubierta diseñando una cubierta curva en celosía, apoyada en los soportes centrales, y las dos aguas rectas laterales del caso anterior.

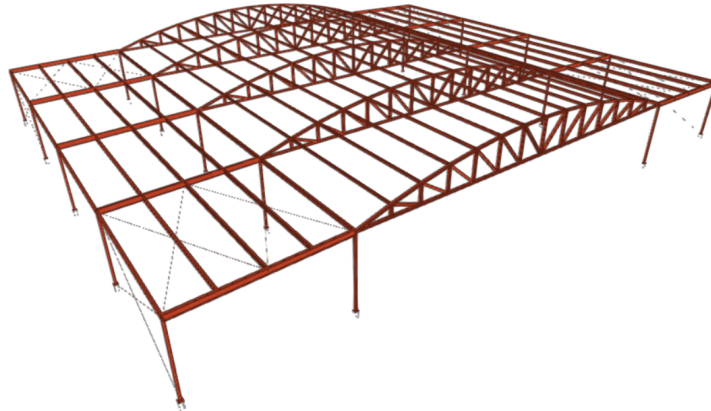


Figura 12. Representación 3D estructura de acero IV. Fuente CYPE 3D

Finalmente se diseñó la cubierta descrita en en el apartado 5 de la memoria (Descripción General), compuesta por una cercha en celosía, incluidos los soportes centrales, dando así una mayor altura inferior de los pórticos y por lo tanto un mayor espacio bajo la cubierta.

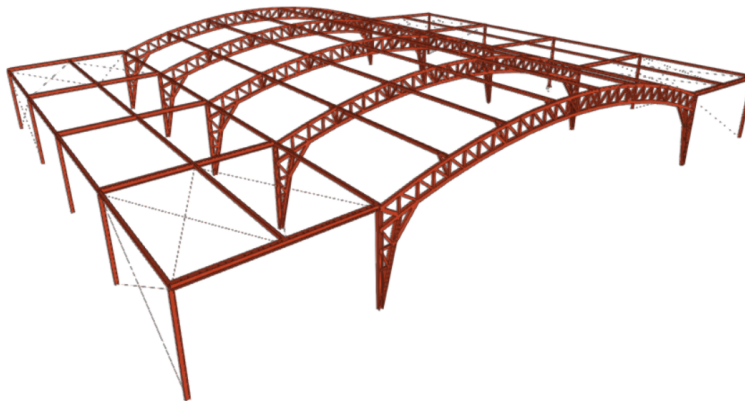


Figura 13. Representación 3D estructura de acero V. Fuente CYPE 3D

8 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

El edificio está formado por una estructura de hormigón armado de dos plantas, llevada a cabo mediante pilares sobre una losa de cimentación, y forjados reticulares con una capa de hormigón fratasado sobre cada uno de ellos como pavimento. Este forjado reticular tiene una forma rectangular de 30 m x 36 m y la estructura completa alcanza una altura de 4,0 m sobre rasante y 9,5 m desde la cimentación.

En la parte superior de esta estructura se ubica otra estructura, en este caso de acero estructural, apoyada sobre la fila izquierda de pilares y su contigua, y sobre la fila derecha de pilares y su contigua.

Este conjunto estructural se apoya sobre una losa de cimentación de 0,80 m de canto, a partir de la cual surge un muro perimetral que recorre la parte de la parcela que ha sido rebajada a la cota de -5,5 m.

En los apartados que se indican a continuación se entra en detalle en los diferentes elementos estructurales que componen el edificio, además de las hipótesis y planteamientos de cálculo que darán lugar a los cálculos realizados por los programas informáticos CYPECAD y CYPE 3D. Estos cálculos y resultados se pueden ver en el ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL.

8.1 Cimentación

La cimentación del edificio está constituida por una losa de hormigón armado HA-30/F/20/XC2 y acero corrugado B 500 S, cuyas dimensiones se extienden 0,5 m hacia el exterior del perímetro que forman los pilares, generando un rectángulo de 31 m x 37 m. Dicha losa se realiza sobre una capa de hormigón de limpieza HL-150/F/20. La distribución de acero para esta losa serán barras de diámetro 20 mm cada 15 cm, tanto para la armadura superior (longitudinal y transversal) como para la inferior (longitudinal y transversal).

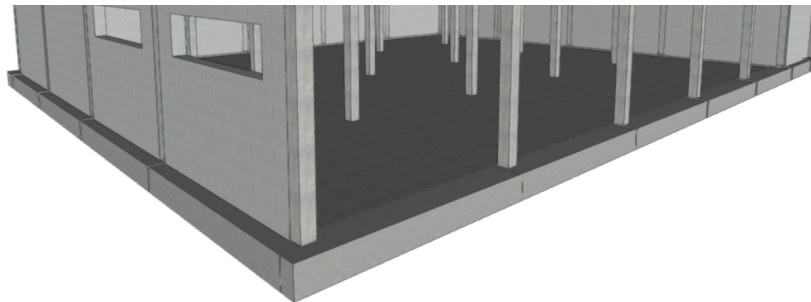


Figura 14. Representación 3D de losa de cimentación. Fuente CYPECAD

Para el muro perimetral de 5,5 m de altura se plantea una cimentación llevada a cabo mediante una zapata continua de las mismas dimensiones en todo el muro (canto de 0,8 m y ancho de 1,65 m). Para unir este muro perimetral con la losa de cimentación se emplean vigas de atado de 0,8 m de canto.

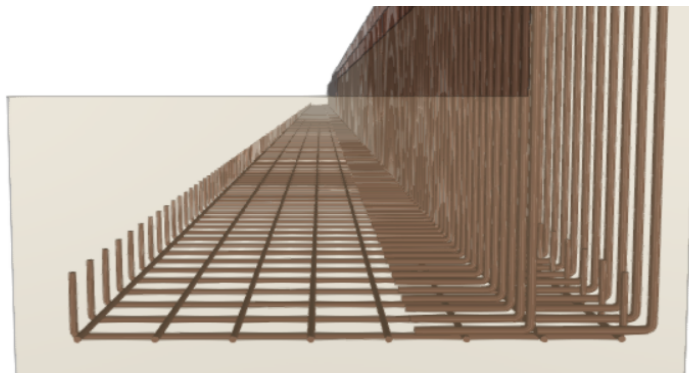


Figura 15. Armado de zapata de muros. Fuente CYPECAD

La distribución de estos elementos de cimentación se puede observar en el documento de PLANOS, en el plano C1 CIMENTACIÓN, mientras que los cálculos se pueden encontrar en el documento ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL, en la parte de LISTADOS DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.

En cuanto a la excavación previa a la cimentación esta se realizará a una profundidad uniforme de -6,5 m, de manera que se pueda aplicar una capa de hormigón de limpieza, la losa de 0,8 m, y el pavimento, generando una altura de muros sobre dicho pavimento de 5,5 m. Además esta excavación no se realizará en toda la parcela, únicamente se hará en la zona marcada en azul en la figura 12, que se corresponde con el perímetro del edificio y el muro, además de un metro de margen para poder llevar a cabo la obra.

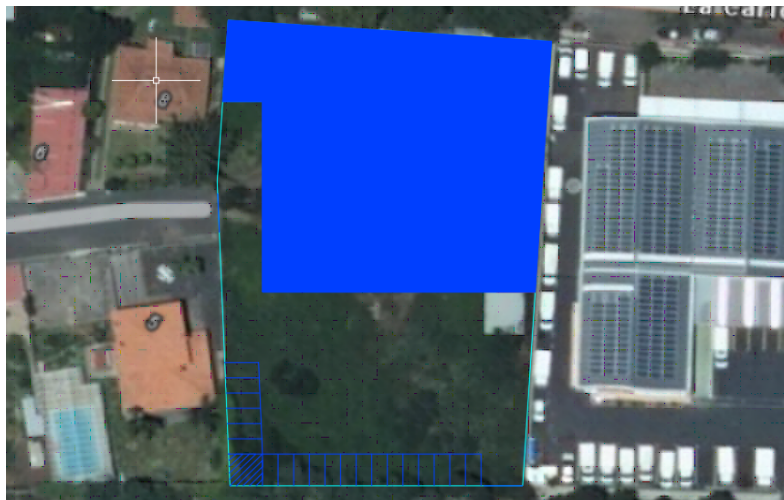


Figura 16. Zona de excavación (azul). Fuente Autocad

En la zona de la rampa de acceso a los talleres se realizará el muro perimetral y el muro de sótano y después se rellenará el terreno con la propia inclinación de la rampa. Finalmente se utilizará asfalto como pavimento en toda la zona exterior del edificio, es decir, en los aparcamientos para clientes, en la rampa y en el acceso al taller.

8.2 Estructura de hormigón armado

La estructura de hormigón armado está compuesta por pilares de 0,4 m x 0,4 m distribuidos de manera ortogonal, formando 5 filas de pilares separados 7,07 m en la dirección más larga del edificio, y 6 filas de pilares separados 7,40 m en la dirección más corta del edificio.

Los forjados reticulares tendrán un canto de 0,45m con el objetivo de garantizar el cumplimiento a ELS. Además los huecos del forjado tendrán en su perímetro unas vigas con el mismo canto del forjado y 0,4 m de ancho. El forjado reticular se realizará con casetones recuperables y la capa de compresión del forjado será de 0,10 m, un intereje de 0,8 m y el ancho del nervio de 0,16 m, de manera que cumpla con las dimensiones necesarias para garantizar una resistencia al fuego R120, resistencia para edificios destinados a aparcamientos según en CTE-DB-SI. En las proximidades de cada soporte se realizará un ábaco del mismo canto del forjado y con unas dimensiones superiores a las mínimas de 1/6

de la luz entre ejes pilares, que absorba los esfuerzos que puedan producir un punzonamiento. En este caso no se requiere armadura de punzonamiento dado que el canto del forjado y de la losa de cimentación, junto con las dimensiones de los pilares son suficientes para que este no se produzca. Todas las armaduras relacionadas con este apartado pueden visualizarse en el documento de PLANOS.

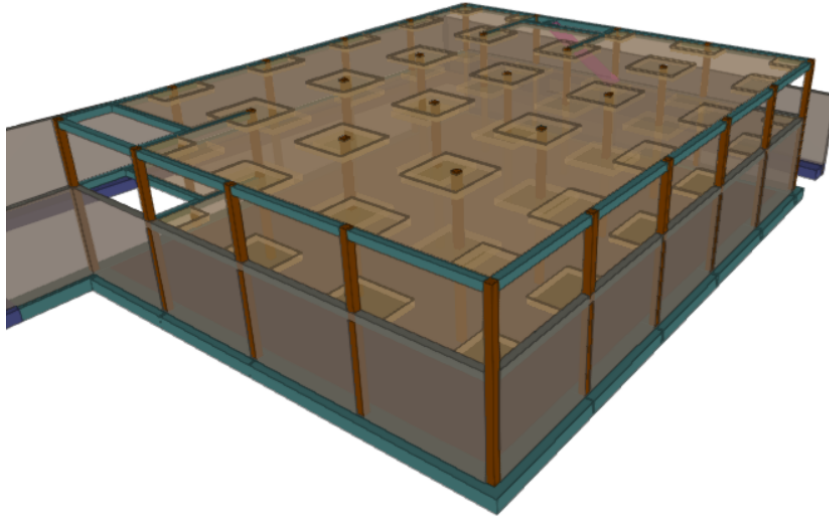


Figura 17. Forjados reticulares. Fuente CYPECAD

Sobre el conjunto del forjado y vigas se sitúa una capa de 5 cm de hormigón fratasado que conformará el pavimento de todos los suelos interiores. Esta capa dispone de una malla de barras de acero de diámetro 5 mm cada 25 cm en los dos ejes.

8.3 Estructura metálica

La estructura metálica la conforman 5 pórticos frontales, con la misma forma y dimensiones, y separados entre sí 7,40 m. Para colocar la cubierta se utilizarán correas de con un perfil rectangular normalizado de 150x120x7 mm de acero S275 separados 0,8 m entre sí.

Para los pórticos se ha utilizado un perfil HE 140 B en los soportes exteriores y un HE 180 B para el contorno de los soportes interiores en forma de cercha, mientras que para las dos aguas rectas laterales del pórtico se ha empleado un HE 200 B. El cordón superior de la cercha será un perfil rectangular de 160x120x8 mm, y el cordón inferior de 160x160x8 mm, los montantes y las diagonales serán de 100x100x5 mm.

El arriostramiento entre pórticos se ha realizado mediante perfiles rectangulares de 150x120x8 mm situados en un rango de 3 m y 3,6 m entre sí. Las diagonales de estos arriostramientos son de 100x100x5 mm. Además entre el primer y segundo pórtico, y entre el cuarto y quinto pórtico se han empleado cruces de San Andrés, en concreto tirantes redondos de 10 mm.

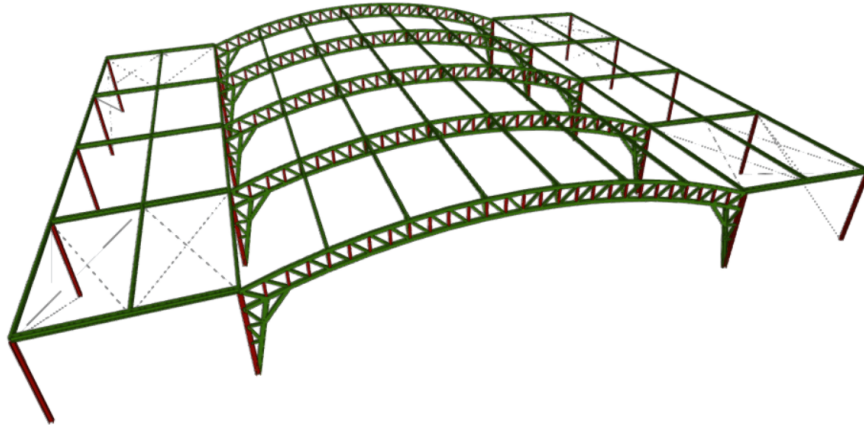


Figura 18. Representación 3D estructura de acero VI. Fuente CYPE 3D

Las placas de anclaje de la estructura de acero a la estructura de hormigón armado se sitúan en el centro de los pilares de hormigón que se han mencionado anteriormente, y tienen unas dimensiones de 30 cm x 30 cm y un espesor de 15 mm para los 10 soportes exteriores de la estructura, y de 35 cm x 35 cm para los 10 interiores con el mismo espesor. Los pernos son de 14 mm de diámetro y 30 cm de longitud, con patilla a 90 grados. El anclaje a la placa se realiza mediante tuercas y arandelas, y para el nivelado se utilizan tuercas de nivelado y posteriormente se rellena el hueco entre la placa y el hormigón (5 cm) con un mortero expansivo.

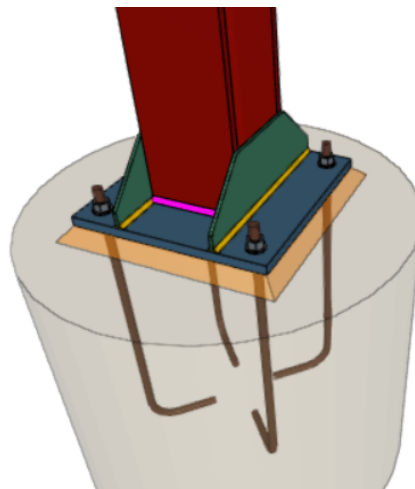


Figura 19. Representación 3D de placa de anclaje. Fuente CYPE 3D

Para el cerramiento de cubierta se ha decidido utilizar paneles tipo *sandwich* de 3 grecas con un espesor de 50 mm, que descansan sobre las correas mencionadas al inicio de este apartado de *Estructura Metálica*.

En el ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES se estiman los costes generales de la obra.

9 MATERIALES

9.1 Hormigón de limpieza

Para evitar la desecación del hormigón estructural en su puesta en obra, y su posible contaminación durante las primeras horas del hormigonado, se utiliza una capa de 10 cm de espesor de hormigón de limpieza HL-150/F/20, que como indica su identificación, la dosificación mínima del cemento será de 150 kg/m³.

9.2 Hormigón estructural

Para conocer el tipo de hormigón estructural que se utilizará en la obra primero se debe identificar la clase de exposición a la que se encuentra. En el caso de esta parcela la distancia a la línea costera es superior a los 5 km y se ubica a más de 600 m de altitud, con lo cual se descartan efectos de corrosión derivados de un ambiente marino. Por otra parte, según la tabla A.19.4.1 del Código Estructural la zona en la que se encuentra la obra corresponde con un ambiente XC4: Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).

Utilizando la tabla 43.2.1.b del Código Estructural se puede obtener una resistencia característica mínima del hormigón de 30 N/mm² para esta clase de exposición.

El recubrimiento mínimo para este tipo de hormigón según la tabla 44.2.1.1.a del Código Estructural, para una vida útil de 50 años, es de 20 mm.

Finalmente el hormigón escogido será el HA-30/F/20/XC4, donde:

- Resistencia característica mínima: 30 N/mm²
- Consistencia: Fluida.
- Tamaño máximo del árido: 20 mm.
- Clase de exposición: XC4 (lluvia).

9.3 Cemento

Se utilizará un cemento CEM IV ya que es uno de los recomendados en función de la aplicación del hormigón y de la clase de exposición (tabla A.6.2 y tabla A.6.5 del Código Estructural respectivamente) para un hormigón armado en un ambiente XC4.

Usando la clase de exposición y el tipo de hormigón se puede obtener la máxima relación agua/cemento, que en este caso es de 0,55 según la tabla 43.2.1.a del Código Técnico. Además, en la misma tabla se obtiene el mínimo contenido de cemento, que es de 300 kg/m³.

9.4 Acero corrugado

El acero que se utilizara para el hormigón estructural será un acero corrugado B 500 S, donde:

- Tipo de acero: B (acero para hormigón armado)
- Límite elástico: 500 N/mm²
- Soldabilidad: S (soldable)

Este acero de gran adherencia al hormigón se ha utilizado en los diámetros normalizados de 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm Y 25 mm para las armaduras longitudinales, de 6 mm, 8 mm y 10 mm para los cercos, de 10 mm y 12 mm en las armaduras de montaje y de 5 mm para la malla de la capa hormigón fratasado sobre los forjados.

9.5 Acero estructural

Para el acero laminado utilizado en la estructura metálica y las placas de anclaje se ha escogido un acero S 275 JR. Dado que el tipo de barra con mayor espesor que se ha utilizado es el HE 200 B, cuyo espesor máximo es de 15 mm, no se superan los 16 mm indicados en la tabla 4.1 (características mínimas de los aceros) del CTE-SE-A, con lo cual las características de este acero serán:

- Tensión de límite elástico (fy): 275 N/mm² .
- Tensión de rotura (fu): 410 N/mm² .

Por otra parte las características comunes de este acero y el resto son:

- Módulo de elasticidad (E): 210.000 N/mm² .
- Módulo de rigidez (G): 81.000 N/mm² .
- Coeficiente de Poisson (ν): 0,3
- Coeficiente de dilatación térmica: α 1,2·10⁻⁵ (°C)⁻¹
- Densidad: ρ 7.850 kg/m³

10 BASES DE CÁLCULO

10.1 Acciones en la estructura de hormigón armado

Las cargas que se han considerado en la estructura de hormigón armado se reflejan en los siguientes subapartados.

10.1.1 Acciones permanentes

El peso propio de los forjados es de 5,54 KN/m². Este valor es el obtenido de CYPECAD para el tipo de forjado reticular que se ha utilizado.

Las cargas muertas se estiman en torno a los 3 KN/m² para un pavimento sobre forjado realizado a base de hormigón fratasado.

10.1.2 Acciones variables

-La sobrecarga de uso será de 5 KN/m² según la tabla 3.1 (Valores característicos de las sobrecargas de uso), del Documento Básico SE-AE, dado que se trata de la categoría de uso E, es decir, una zona de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN).

-Las cargas de viento para esta estructura se ha obtenido mediante el programa CYPE 3D, el cual utiliza el Documento Básico SE-AE, y únicamente solicita la introducción de la zona eólica donde se encuentra la estructura, en este caso zona C (Canarias), con una velocidad básica de viento de 29 m/s y una carga de viento de 52 KN/m y el grado de aspereza del entorno, siendo este de tipo IV (zona urbana, industrial o forestal).

Las cargas de viento que aplica el programa son las siguientes:

Cargas de viento (kN)

Planta	Viento +X	Viento -X	Viento +Y	Viento -Y
planta alta	50.030	-50.030	41.692	-41.692
planta baja	0.000	0.000	0.000	0.000

Como se puede observar en la tabla superior, las cargas de viento en la planta baja (semisótano) son cero, debido a que la estructura está bajo tierra en tres de sus caras, y en la cuarta cara está descubierta pero con un muro de 5,5 m de altura a 10 m de distancia, con lo cual la acción del viento es despreciable.

-La sobrecarga de nieve no se aplica en esta estructura. Esto se debe a que la estructura metálica que se ubica en su parte superior la cubre por completo, y no hay salientes donde pueda acumularse la nieve.

-La acción sísmica no se tiene en cuenta en esta estructura debido al artículo 1.2.3 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, ya que la estructura se considera arriostrada en los dos sentidos y el coeficiente de aceleración sísmica en la zona es de 0,04 g no es de aplicación.

10.2 Acciones en la estructura metálica

Las cargas que se han considerado en la estructura de acero se reflejan en los siguientes subapartados.

10.2.1 Acciones permanentes

El peso propio de la estructura de acero se obtiene mediante el programa CYPE 3D, que hace uso de los correspondientes prontuarios para cada tipo de barra, y se introduce en el cálculo automáticamente.

Las cargas muertas provienen del cerramiento del panel *sándwich* y de las correas metálicas. En el caso del cerramiento se ha escogido uno de 5 cm de espesor, y según lo indicado por el fabricante el peso que le corresponde es de 11 kg/m². En el caso de las correas se ha utilizado un perfil rectangular normalizado de 160x120x7 mm, el cual tiene un peso de 27,91 kg/m, con una separación de 0,8 m, cumpliendo así con las comprobaciones E.L.U y E.L.S. En los 36 m de estructura hay 45 correas, teniendo en cuenta estos datos, la carga total será de 0,35 KN/m².

10.2.2 Acciones variables

-La sobrecarga de uso será de 0,4 KN/m² según la tabla 3.1 (Valores característicos de las sobrecargas de uso), del Documento Básico SE-AE, dado que se trata de la categoría uso G1, es decir, una cubierta ligera sobre correas (sin forjado).

-Las cargas de viento para esta estructura se ha obtenido mediante el programa CYPE 3D, el cual utiliza el Documento Básico SE-AE, y únicamente solicita la introducción de la zona eólica donde se encuentra la estructura, en este caso zona C (Canarias), con una velocidad básica de viento de 29 m/s y una carga de viento de 52 KN/m y el grado de aspereza del entorno, siendo este de tipo IV (zona urbana, industrial o forestal).

-La sobrecarga de nieve que se ha aplicado es de 0,2 KN/m², la cual se obtiene de la tabla E.2 (Sobrecarga de nieve en una superficie horizontal) del Documento Básico SE-AE, teniendo en cuenta que la parcela se encuentra entre los 600 m y 700 m de altitud y en la zona 7 (Canarias).

-La acción sísmica no se tiene en cuenta en esta estructura debido al artículo 1.2.3 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, ya que la estructura se considera arriostrada en los dos sentidos y el coeficiente de aceleración sísmica en la zona es de 0,04 g no es de aplicación.

10.3 Combinación de acciones

El cálculo de las posibles combinaciones, tanto para la estructura de hormigón armado como para la estructura de acero, se realizará según como se especifica en los siguientes subapartados, teniendo en cuenta las acciones descritas anteriormente y si son favorables o no. Además se especifican los coeficientes parciales de seguridad y coeficientes de combinación utilizados en el cálculo.

10.3.1 Combinación de acciones en la estructura de hormigón armado

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural.

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{al} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
 P_k Acción de pretensado
 Q_k Acción variable
 γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
 γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
 $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (Y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (Yp)	Acompañamiento (Ya)
Carga permanente (G)	1,00	1,35	1,00	1,00
Sobrecarga de uso (Q)	0,00	1,50	1,00	0,70
Viento (Q)	0,00	1,50	1,00	0,60
Nieve (Q)	0,00	1,50	1,00	0,50

Tabla 1. Coeficientes I

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural.
Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
 P_k Acción de pretensado
 Q_k Acción variable
 γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
 γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
 $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
 $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
 $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
 $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (Y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (Yp)	Acompañamiento (Ya)
Carga permanente (G)	1,00	1,60	1,00	1,00
Sobrecarga de uso (Q)	0,00	1,60	1,00	0,70
Viento (Q)	0,00	1,60	1,00	0,60
Nieve (Q)	0,00	1,60	1,00	0,50

Tabla 2. Coeficientes II.

Combinaciones E.L.U. de rotura. Hormigón y cimentaciones: Código Estructural.

• Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800	0.800									
2	1.350	1.350									
3	0.800	0.800	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	0.800	0.800		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	0.800	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	0.800	0.800			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	0.800	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	0.800	0.800				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	0.800	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					

Tabla 3. Combinaciones I. Fuente CYPECAD

23	0.800	0.800						1.500				
24	1.350	1.350						1.500				
25	0.800	0.800	1.050					1.500				
26	1.350	1.350	1.050					1.500				
27	0.800	0.800	1.500					0.900				
28	1.350	1.350	1.500					0.900				
29	0.800	0.800							1.500			
30	1.350	1.350							1.500			
31	0.800	0.800	1.050						1.500			
32	1.350	1.350	1.050						1.500			
33	0.800	0.800	1.500						0.900			
34	1.350	1.350	1.500						0.900			
35	0.800	0.800								1.500		
36	1.350	1.350								1.500		
37	0.800	0.800	1.050							1.500		
38	1.350	1.350	1.050							1.500		
39	0.800	0.800	1.500							0.900		
40	1.350	1.350	1.500							0.900		
41	0.800	0.800									1.500	
42	1.350	1.350									1.500	
43	0.800	0.800	1.050								1.500	
44	1.350	1.350	1.050								1.500	
45	0.800	0.800	1.500								0.900	
46	1.350	1.350	1.500								0.900	
47	0.800	0.800										1.500
48	1.350	1.350										1.500
49	0.800	0.800	1.050									1.500
50	1.350	1.350	1.050									1.500
51	0.800	0.800	1.500									0.900
52	1.350	1.350	1.500									0.900

Tabla 4. Combinaciones II. Fuente CYPECAD

Coefficientes para situaciones accidentales de incendio:

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+Xexc.-)	V(-X exc.+)	V(-Xexc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Yexc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Yexc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	0.700								
3	1.000	1.000		0.500							
4	1.000	1.000	0.600	0.500							
5	1.000	1.000			0.500						
6	1.000	1.000	0.600		0.500						
7	1.000	1.000				0.500					
8	1.000	1.000	0.600			0.500					
9	1.000	1.000					0.500				
10	1.000	1.000	0.600				0.500				
11	1.000	1.000						0.500			
12	1.000	1.000	0.600					0.500			
13	1.000	1.000							0.500		
14	1.000	1.000	0.600						0.500		
15	1.000	1.000								0.500	
16	1.000	1.000	0.600							0.500	
17	1.000	1.000									0.500
18	1.000	1.000	0.600								0.500

Tabla 5. Combinaciones III. Fuente CYPECAD

10.3.2 Combinación de acciones en la estructura metálica

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{s,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tabla 6. Coeficientes III. Fuente CYPE 3D

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 7. Coeficientes IV. Fuente CYPE 3D

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

Tabla 8. Coeficientes V. Fuente CYPE 3D

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 9. Coeficientes VI. Fuente CYPE 3D

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 10. Coeficientes VII. Fuente CYPE 3D

Combinaciones E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A**- Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

CM 1 CM 1

Q 1 Q 1

V H1 Cubiertasaisladas

V H2 Cubiertasaisladas

V H3 Cubiertasaisladas

V H4 Cubiertasaisladas

V H5 Cubiertasaisladas

V H6 Cubiertasaisladas

N 1 N 1

Comb.	PP	CM 1	Q 1	VH1	VH2	VH3	VH4	VH5	VH6	N 1
1	0.800	0.800								
2	1.350	0.800								
3	0.800	1.350								
4	1.350	1.350								
5	0.800	0.800		1.500						
6	1.350	0.800		1.500						
7	0.800	1.350		1.500						
8	1.350	1.350		1.500						
9	0.800	0.800			1.500					
10	1.350	0.800			1.500					
11	0.800	1.350			1.500					
12	1.350	1.350			1.500					
13	0.800	0.800				1.500				
14	1.350	0.800				1.500				
15	0.800	1.350				1.500				
16	1.350	1.350				1.500				
17	0.800	0.800					1.500			
18	1.350	0.800					1.500			
19	0.800	1.350					1.500			
20	1.350	1.350					1.500			
21	0.800	0.800						1.500		
22	1.350	0.800						1.500		
23	0.800	1.350						1.500		
24	1.350	1.350						1.500		
25	0.800	0.800							1.500	
26	1.350	0.800							1.500	
27	0.800	1.350							1.500	
28	1.350	1.350							1.500	
29	0.800	0.800								1.500
30	1.350	0.800								1.500
31	0.800	1.350								1.500
32	1.350	1.350								1.500
33	0.800	0.800		0.900						1.500
34	1.350	0.800		0.900						1.500
35	0.800	1.350		0.900						1.500
36	1.350	1.350		0.900						1.500
37	0.800	0.800			0.900					1.500
38	1.350	0.800			0.900					1.500
39	0.800	1.350			0.900					1.500
40	1.350	1.350			0.900					1.500
41	0.800	0.800				0.900				1.500
42	1.350	0.800				0.900				1.500
43	0.800	1.350				0.900				1.500
44	1.350	1.350				0.900				1.500
45	0.800	0.800					0.900			1.500
46	1.350	0.800					0.900			1.500

Tabla 11. Combinaciones IV. Fuente CYPE 3D

Comb.	PP	CM 1	Q 1	V H1	V H2	V H3	V H4	V H5	V H6	N 1
47	0.800	1.350					0.900			1.500
48	1.350	1.350					0.900			1.500
49	0.800	0.800						0.900		1.500
50	1.350	0.800						0.900		1.500
51	0.800	1.350						0.900		1.500
52	1.350	1.350						0.900		1.500
53	0.800	0.800							0.900	1.500
54	1.350	0.800							0.900	1.500
55	0.800	1.350							0.900	1.500
56	1.350	1.350							0.900	1.500
57	0.800	0.800		1.500						0.750
58	1.350	0.800		1.500						0.750
59	0.800	1.350		1.500						0.750
60	1.350	1.350		1.500						0.750
61	0.800	0.800			1.500					0.750
62	1.350	0.800			1.500					0.750
63	0.800	1.350			1.500					0.750
64	1.350	1.350			1.500					0.750
65	0.800	0.800				1.500				0.750
66	1.350	0.800				1.500				0.750
67	0.800	1.350				1.500				0.750
68	1.350	1.350				1.500				0.750
69	0.800	0.800					1.500			0.750
70	1.350	0.800					1.500			0.750
71	0.800	1.350					1.500			0.750
72	1.350	1.350					1.500			0.750
73	0.800	0.800						1.500		0.750
74	1.350	0.800						1.500		0.750
75	0.800	1.350						1.500		0.750
76	1.350	1.350						1.500		0.750
77	0.800	0.800							1.500	0.750
78	1.350	0.800							1.500	0.750
79	0.800	1.350							1.500	0.750
80	1.350	1.350							1.500	0.750
81	0.800	0.800	1.500							
82	1.350	0.800	1.500							
83	0.800	1.350	1.500							
84	1.350	1.350	1.500							

Tabla 12. Combinaciones V. Fuente CYPE 3D

Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM 1	Q 1	VH1	VH2	VH3	VH4	VH5	VH6	N 1
1	1.000	1.000								
2	1.000	1.000		0.500						
3	1.000	1.000			0.500					
4	1.000	1.000				0.500				
5	1.000	1.000					0.500			
6	1.000	1.000						0.500		
7	1.000	1.000							0.500	
8	1.000	1.000								0.200

Tabla 13. Combinaciones VI. Fuente CYPE 3D

11 MODELO DE CÁLCULO

11.1 Estructura metálica

Para desarrollar el cálculo de la estructura metálica se plantearon las uniones de todas las barras como articuladas entre sí, mientras que los apoyos de los soportes son empotrados. Esto se ha llevado a cabo porque se trata de una estructura debidamente arriostrada.

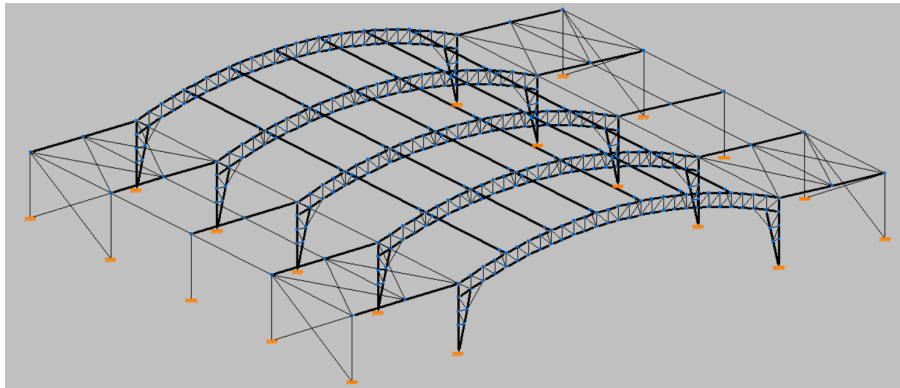


Figura 20. Apoyos de soportes empotrados. Fuente CYPE 3D

En base a estos tipos de uniones se establecieron los coeficientes de pandeo para todas las barras de la estructura, los cuales son los siguientes:

Para los montantes y las diagonales de la cercha y los soportes, se ha aplicado un coeficiente de pandeo igual a 1 ya que se trata de uniones articuladas en ambos extremos. También se ha aplicado este coeficiente a las barras diagonales que van desde el soporte hasta el cordón inferior de la cercha.

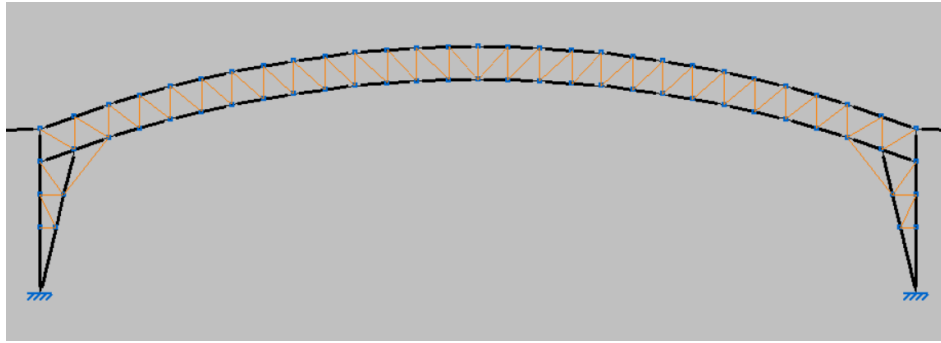


Figura 21. Montantes y diagonales. Fuente CYPE 3D

Para los arriostamientos diagonales de la cercha también se utilizará un coeficiente de pandeo 1.

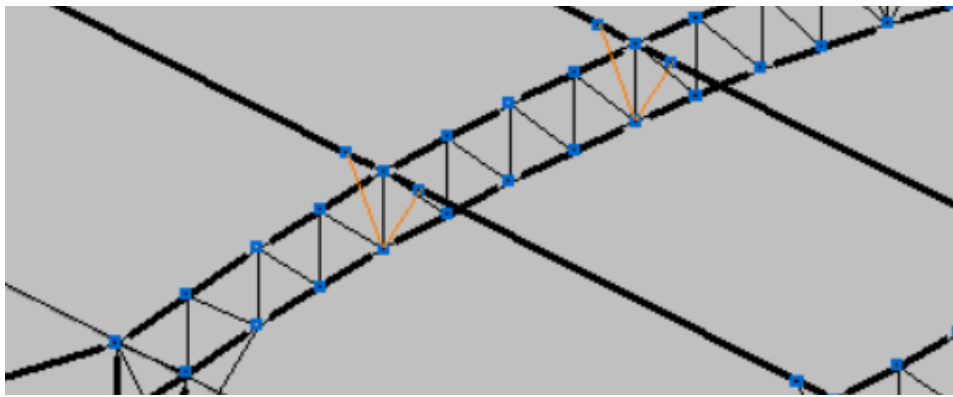


Figura 22. Arriostamientos diagonales Fuente CYPE 3D

Para el cordón superior e inferior de la cercha el coeficiente de pandeo será 4. Esto se debe a que el programa CYPE 3D analiza cada tramo entre nudo y nudo como una sola barra, de manera que hay cuatro barras de la misma longitud entre cada arriostamiento, por ello el conjunto de barras pandea cuatro veces la longitud de cada una de las barras.

Los arriostamientos diagonales se incluyeron en el diseño precisamente para limitar este coeficiente de pandeo en el cordón inferior de la cercha. (Figura 22)

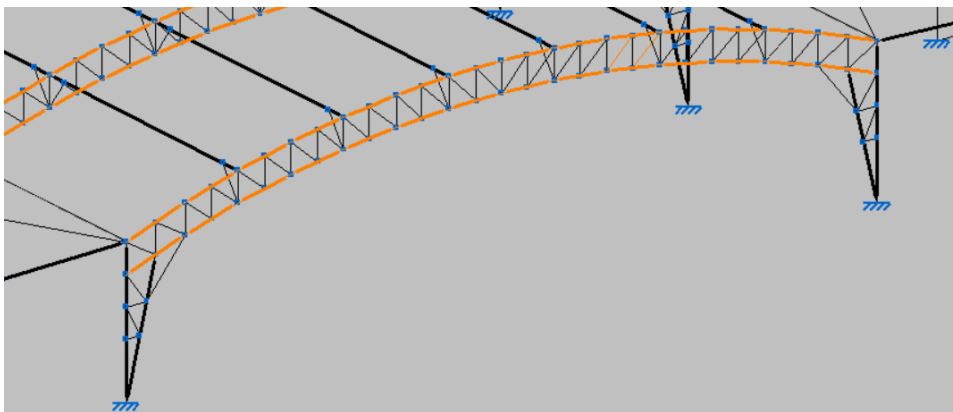


Figura 23. Cordón superior e inferior. Fuente CYPE 3D

Para los perfiles HE 200 B se establece un coeficiente de 1 por la misma razón que en el caso anterior. Como el programa separa las barras entre nudos no se puede considerar un coeficiente de 0,5 para todo el perfil HE 200 B (por estar arriostrado en el centro), sino que cada barra pandea el total de su longitud.

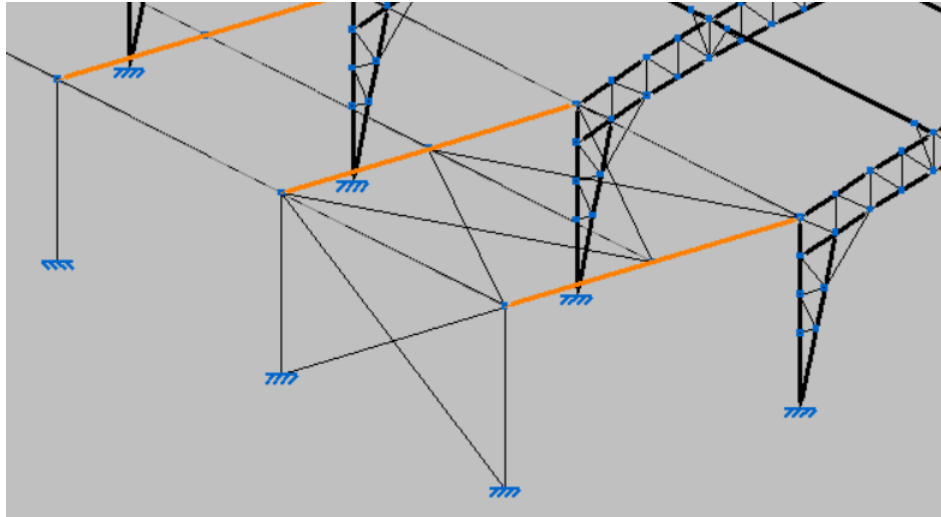


Figura 24. HE 200 B. Fuente CYPE 3D

Para los soportes exteriores HE 140 B el coeficiente considerado es 0,7 dado que se trata de una unión articulada-empotrada en su base.

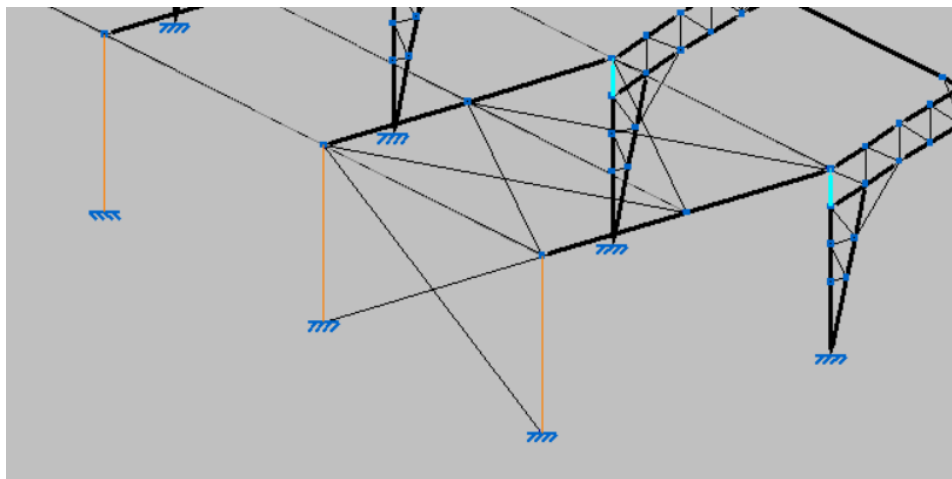


Figura 25. HE 140 B. Fuente CYPE 3D

Los soportes interiores han resultado ligeramente más complicados a la hora de calcular el coeficiente de pandeo necesario para los mismos. Por ello, a las barras que se mencionan a continuación se les asignará un "tipo" para posteriormente poder recopilar todos los coeficientes de pandeo en una tabla unificada:

-Barras tipo A: estas tienen la misma longitud y su coeficiente de pandeo es 3,5. Este se obtiene de dividir la longitud de pandeo del pilar empotrada-articulada ($0,7 \times 4 \text{ m}$) entre la longitud de cada barra ($0,8 \text{ m}$)

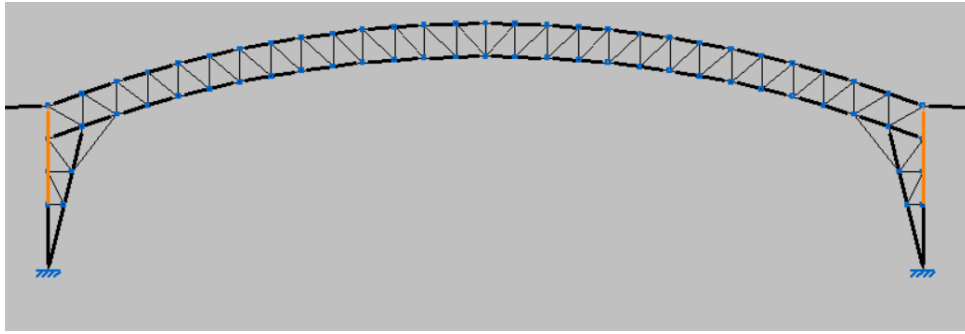


Figura 26. Barras tipo A. Fuente CYPE 3D

-Barras tipo B: su coeficiente de pandeo será 1,5 por la misma razón que en el caso anterior. Se ha obtenido el punto de inflexión de soporte multiplicando 0,3 (por ser un apoyo empotrado) por la longitud de dicho soporte (4 m), dando como resultado 1,2 metros, y precisamente por ser un apoyo empotrado su longitud de pandeo será el doble de la longitud hasta el punto de inflexión, es decir 2,4 m. Finalmente se ha dividido esta longitud entre la longitud de la barra (1,6 m), obteniendo así el coeficiente de pandeo de 1,5.

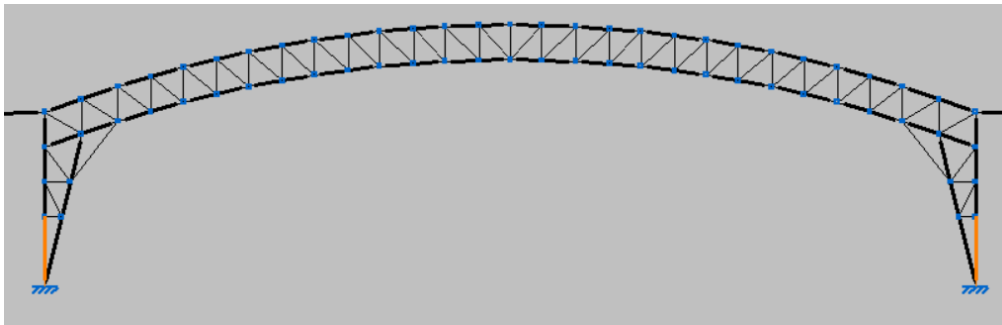


Figura 27. Barras tipo B. Fuente CYPE 3D

.Barras tipo C: Su coeficiente será 3,19. Este resultado se obtiene de dividir los 3,6 metros del perfil HE 180 B (longitud de pandeo) entre los 1,13 m de la barra en cuestión.

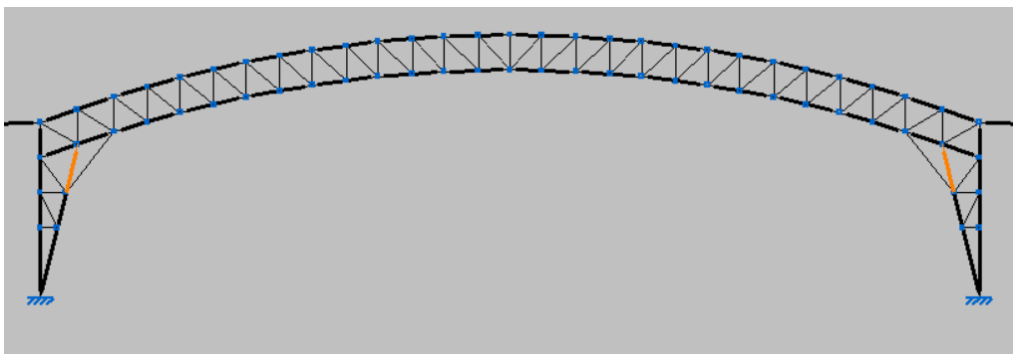


Figura 28. Barras tipo C. Fuente CYPE 3D

.Barras tipo D: Su coeficiente será 4,39. Este resultado se obtiene de dividir los 3,6 metros del perfil HE 180 B (longitud de pandeo) entre los 0,82 m de la barra en cuestión.

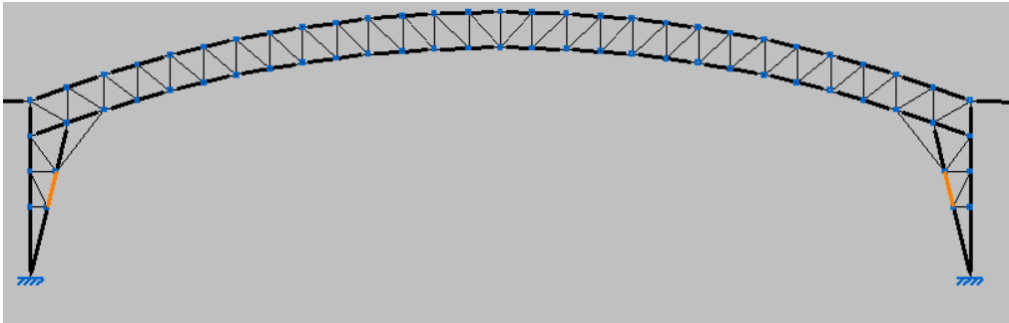


Figura 29. Barras tipo D. Fuente CYPE 3D

.Barras tipo E: Su coeficiente será 2,18. Este resultado se obtiene de dividir los 3,6 metros del perfil HE 180 B (longitud de pandeo) entre los 1,65 m de la barra en cuestión.

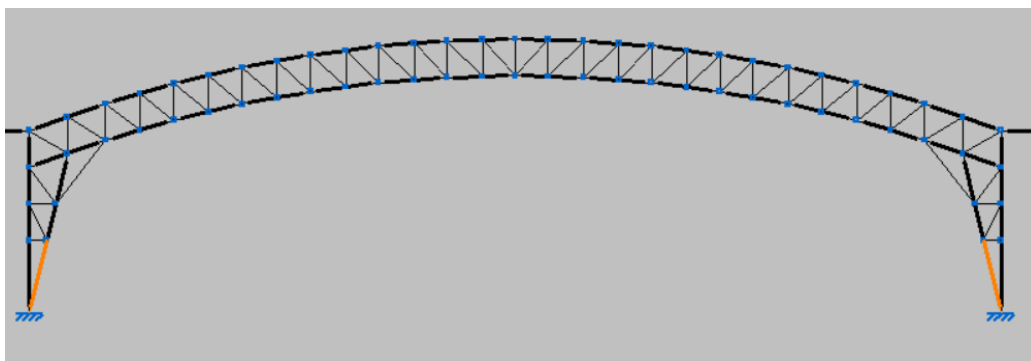


Figura 30. Barras tipo E. Fuente CYPE 3D

Finalmente se muestra una tabla resumen con todos los coeficientes de pandeo:

Tipo de barra	Coficiente de pandeo
Montantes y diagonales de cercha y soportes	1
Diagonales entre cercha y soporte	1
Arriostramientos diagonales de cercha	1
Cordón superior e inferior de cercha	4
HE 200 B	1
Soporte exterior	0,7
Barra tipo A	3,5
Barra tipo B	1,5
Barra tipo C	3,19
Barra tipo D	4,39
Barra tipo E	2,18

Tabla 14. Coeficientes de pandeo

11.2 Estructura de hormigón armado

A la hora de realizar el cálculo de la estructura se planteó el diseño del edificio y del muro por separado, y posteriormente se unió para realizar el cálculo usando el programa CYPECAD. Cabe destacar que la obra no requiere de vigas de atado entre el muro exterior y el edificio, ya que este está dimensionado y calculado para soportar las cargas del terreno por sí solo. A pesar de ello se han incluido las vigas de atado con el objetivo de unificar la estructura como un solo cuerpo, contribuyendo así a disminuir las posibles diferencias entre el desplazamiento de la estructura y el desplazamiento de los muros, originados por el tipo de terreno expansible (arcilloso) mencionado en el apartado de Requisitos de Diseño.

Para el cálculo se ha empleado una tensión admisible del terreno de 0,2 MPa y un coeficiente de balasto de 30000 KN/m³ como se ha indicado en el apartado de Requisitos de Diseño.

Además la estructura se ha calculado teniendo en cuenta el empuje del terreno en los muros y todas las cargas principales en cada planta, además del peso propio del forjado y las cargas muertas ya mencionadas anteriormente.

Estas otras cargas adicionales se mencionan en la siguiente tabla:

Planta	Carga	Valor
Semisótano	Cerramientos (Bloque)	14 KN/m
	Paredes interiores (Bloque)	14 KN/m
	Montacoches	3 KN/m ²
Planta Baja	Cerramientos (Bloque)	10 KN/m
	Cerramientos (Vidrio)	1 KN/m
	Puertas enrollables	0,5 KN/m
Planta Alta	Cerramientos (Bloque)	10 KN/m
	Cerramientos (Vidrio)	1 KN/m
	Puertas enrollables	0,5 KN/m
	Estructura metálica	22 a 213 KN

Tabla 15. Cargas en plantas.

12 CONCLUSIÓN Y RESUMEN

En el presente trabajo se refleja una estructura destinada al uso automovilístico, promovida por la necesidad de no continuar aumentando el parque de vehículos de la isla de Tenerife.

Esta estructura está diseñada y calculada en hormigón armado en sus tres plantas, compuesta por una losa de cimentación, pilares y vigas de hormigón armado, y un forjado reticular de 45 cm de canto. Además en el sótano se encuentran 3 muros de hormigón armado encargados de soportar el terreno que cubre esta planta. En el exterior hay otro muro de hormigón continuo en cuatro direcciones, que delimita la parcela con las parcelas colindantes.

La planta alta de este edificio está cubierta por una estructura metálica de acero. Los soportes de esta estructura se apoyan en los soportes de hormigón del edificio. Esta planta es más diáfana que las otras dos, con el objetivo de ofrecer las mejores condiciones para exponer los vehículos en venta.

Por lo descrito en este documento se considera que se ha logrado con éxito el objetivo de diseñar y calcular la estructura, teniendo en cuenta que todas las comprobaciones necesarias cumplen con la normativa mencionada.

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

PLANOS

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

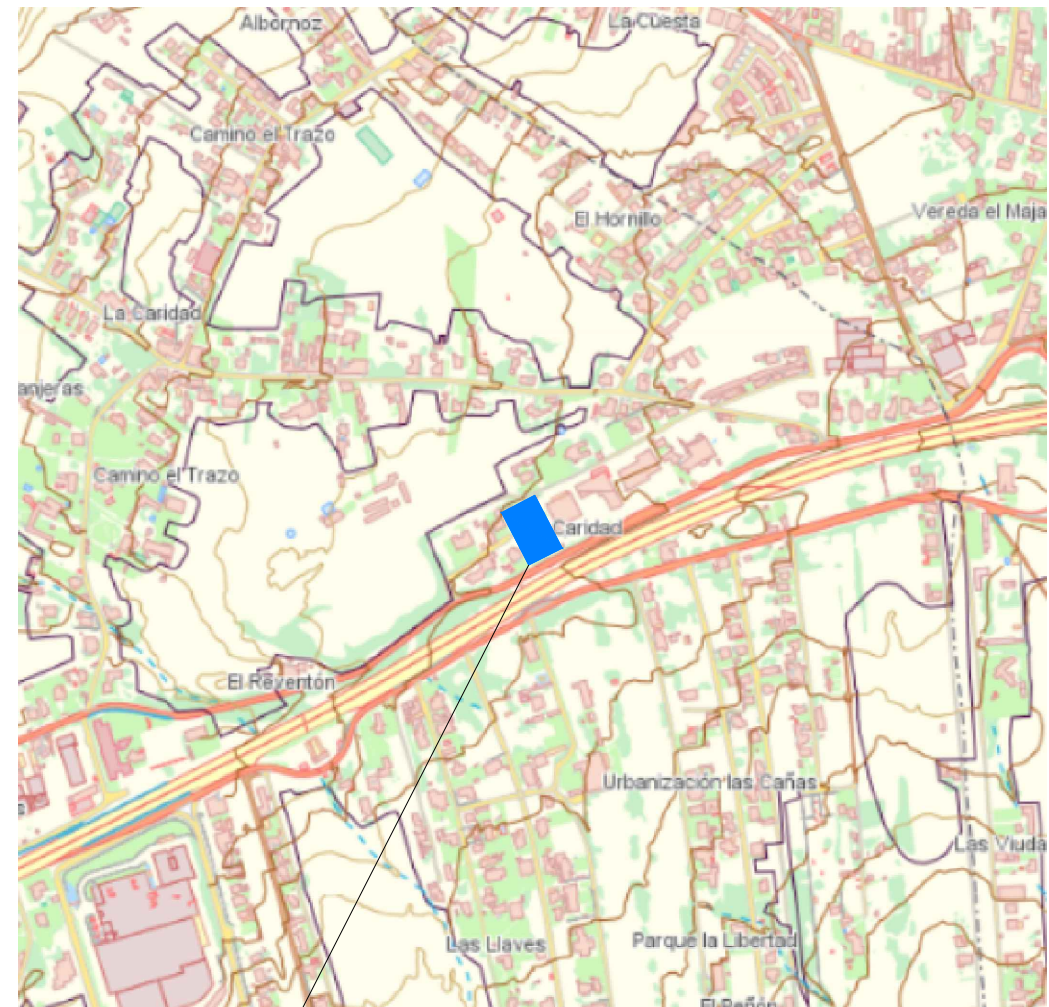
San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 01. SITUACIÓN**
 - PLANO 02. EMPLAZAMIENTO**
 - PLANO 03. PLANTA**
 - PLANO 04. SEMISÓTANO**
 - PLANO 05. PLANTA BAJA**
 - PLANO 06. PLANTA ALTA**
 - PLANO 07. FACHADA SUR Y ESTE**
 - PLANO 08. FACHADA NORTE Y OESTE**
 - PLANO 09. PLANTA ACOTADA**
 - PLANO 10. SEMISÓTANO ACOTADO**
 - PLANO 11. PLANTA BAJA ACOTADA**
 - PLANO 12. PLANTA ALTA ACOTADA**
 - PLANO 13. SECCIÓN A-A´ Y B-B´**
 - PLANO 14. SECCIÓN C-C´ Y D-D´**
-
- PLANO HA.1. LOSA DE CIMENTACIÓN**
 - PLANO HA.2. ZAPATAS DE MUROS M4, M5, M6 Y M7**
 - PLANO HA.3. MUROS**
 - PLANO HA.4. VIGAS DE ATADO**
 - PLANO HA.5. ARM LONGITUDINAL INFERIOR P.BAJA**
 - PLANO HA.6. ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.BAJA**
 - PLANO HA.7. ARM TRANSVERSAL INFERIOR P.BAJA**
 - PLANO HA.8. ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.BAJA**
 - PLANO HA.9. ARM LONGITUDINAL INFERIOR P.ALTA**
 - PLANO HA.10. ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.ALTA**
 - PLANO HA.11. ARM TRANSVERSAL INFERIOR P.ALTA**
 - PLANO HA.12. ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.ALTA**
 - PLANO HA.13. CUADRO DE PILARES**
 - PLANO HA.14. VIGAS DE HUECO 1**
 - PLANO HA.15. VIGAS DE HUECO 2**
 - PLANO HA.16. ESCALERA Y FOSO DE ASCENSOR**
-
- PLANO M.1. PLACAS DE ANCLAJE**
 - PLANO M.2. VISTA SUPERIOR DE ESTRUCTURA**
 - PLANO M.3. PÓRTICOS A B C METÁLICOS**
 - PLANO M.4. DETALLES**
 - PLANO M.5. UNIONES TIPO**




ISLAS CANARIAS



ESCALA: 1/10000

**MUNICIPIO DE TACORONTE
PUEBLO DE LOS NARANJEROS
CARRETERA GENERAL DEL NORTE, 433**

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2023			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: -	SITUACIÓN		Nº PLANO: 01



MUNICIPIO DE TACORONTE
 PUEBLO DE LOS NARANJEROS
 CARRETERA GENERAL DEL NORTE, 433

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Comprobado: 07/2023

Id. s. normas:
 UNE-EN-DIN

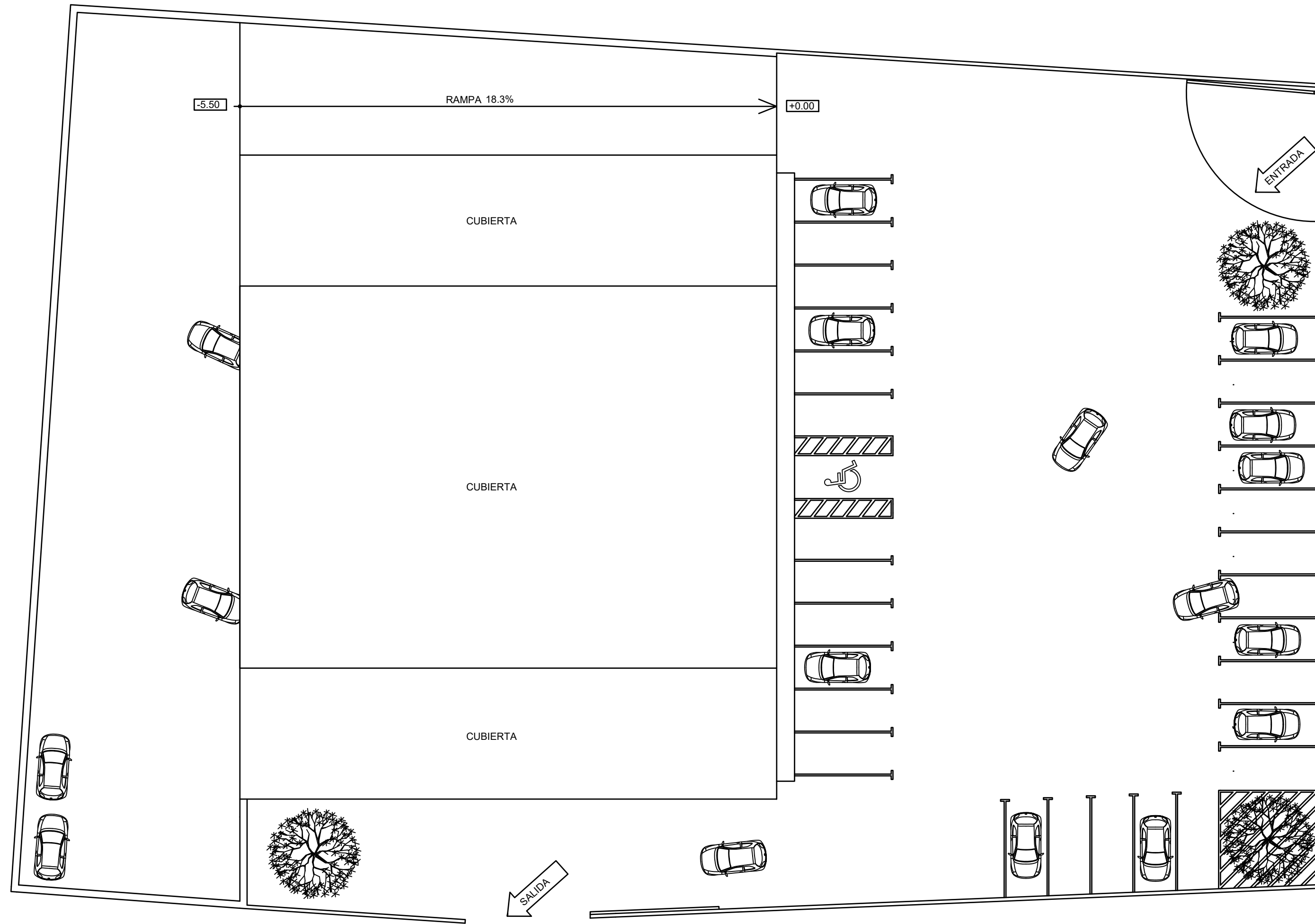


ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

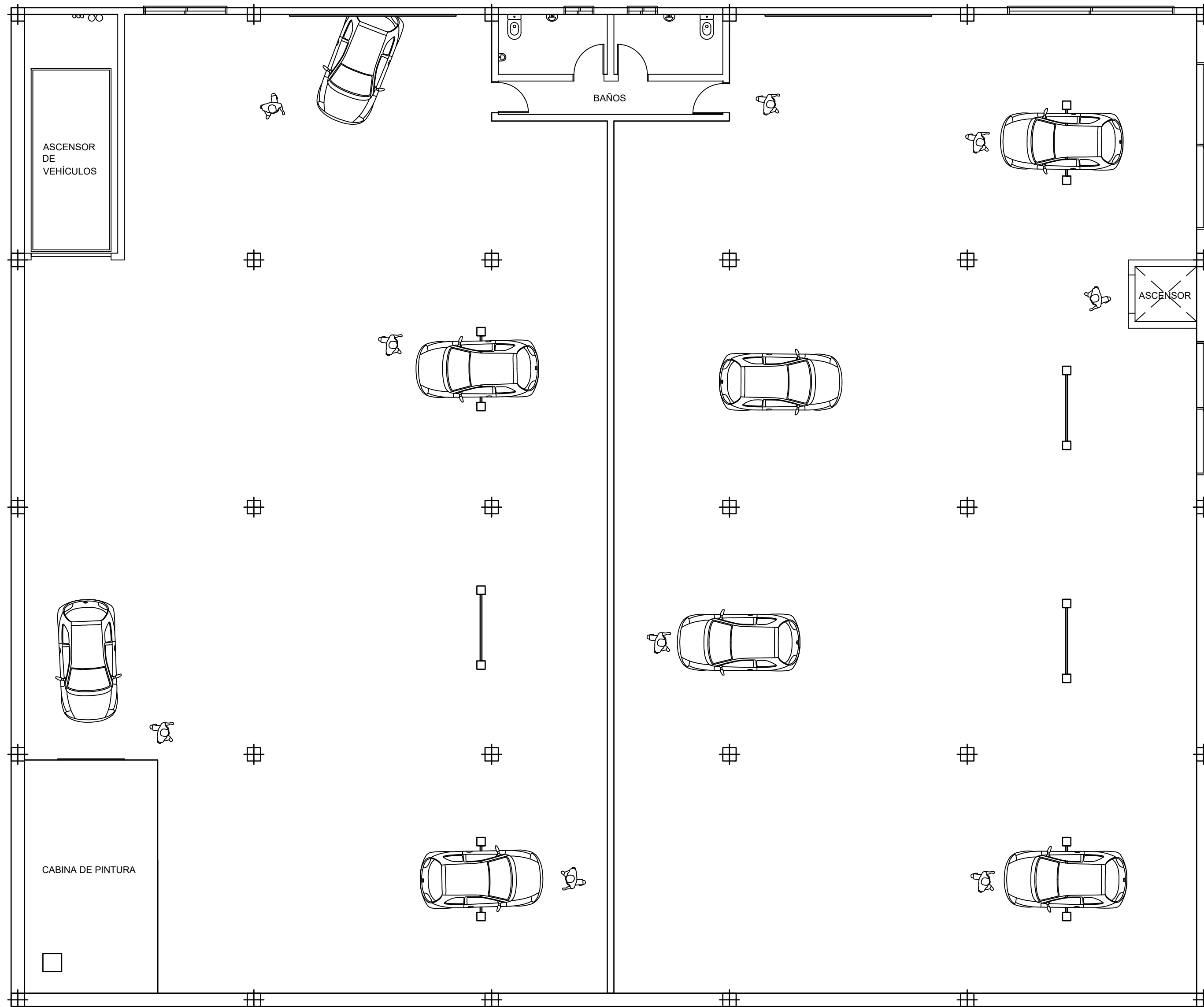
ESCALA:
 1:2500

EMPLAZAMIENTO

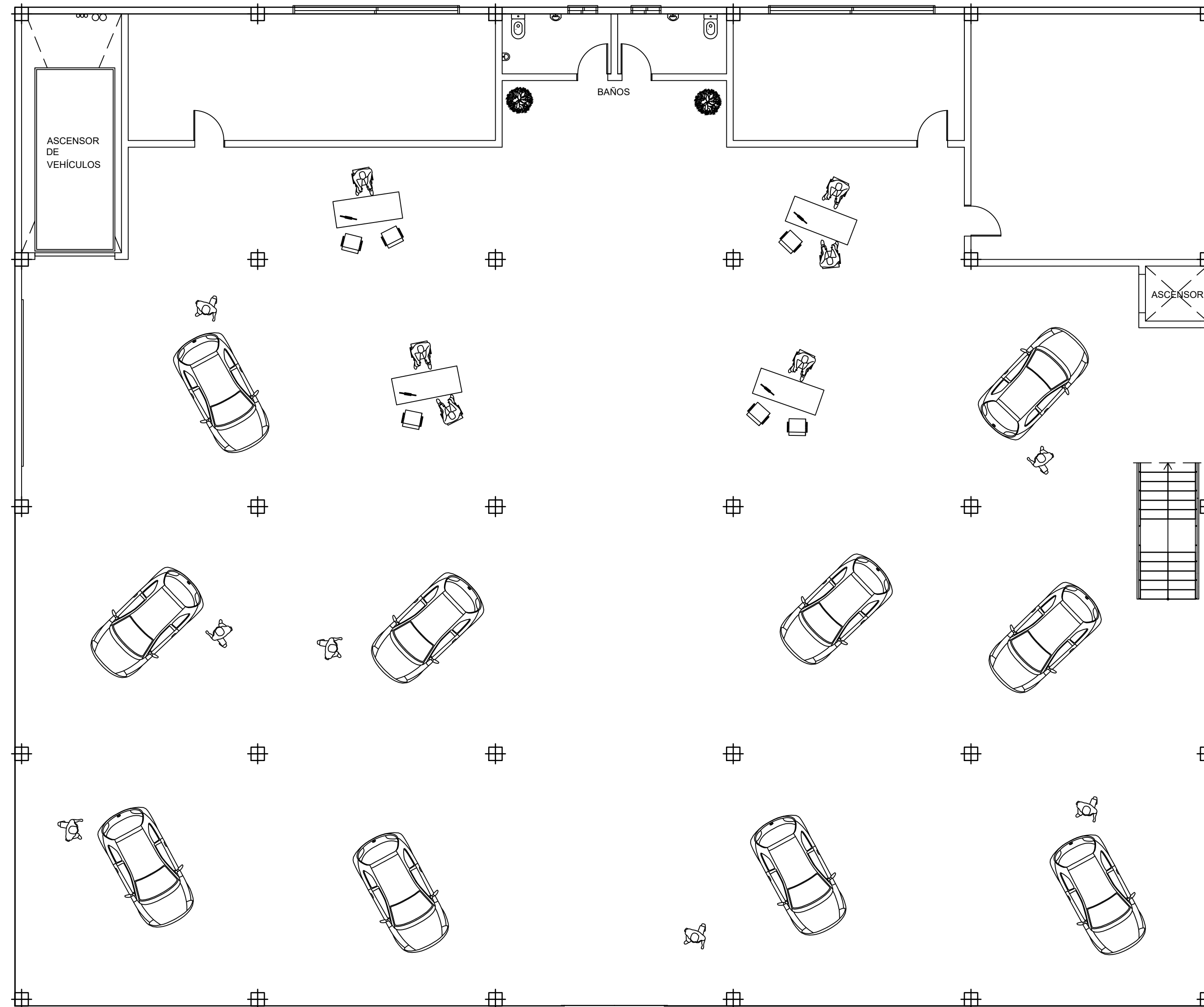
Nº PLANO:
 02



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:200		Nº PLANO: 03
PLANTA			



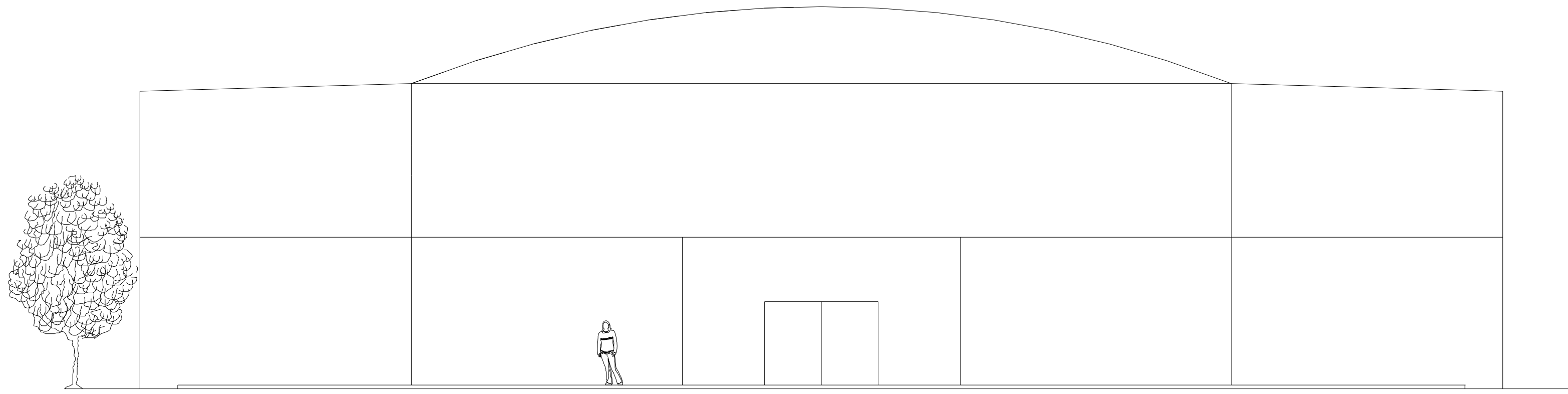
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: 04
SEMISÓTANO			



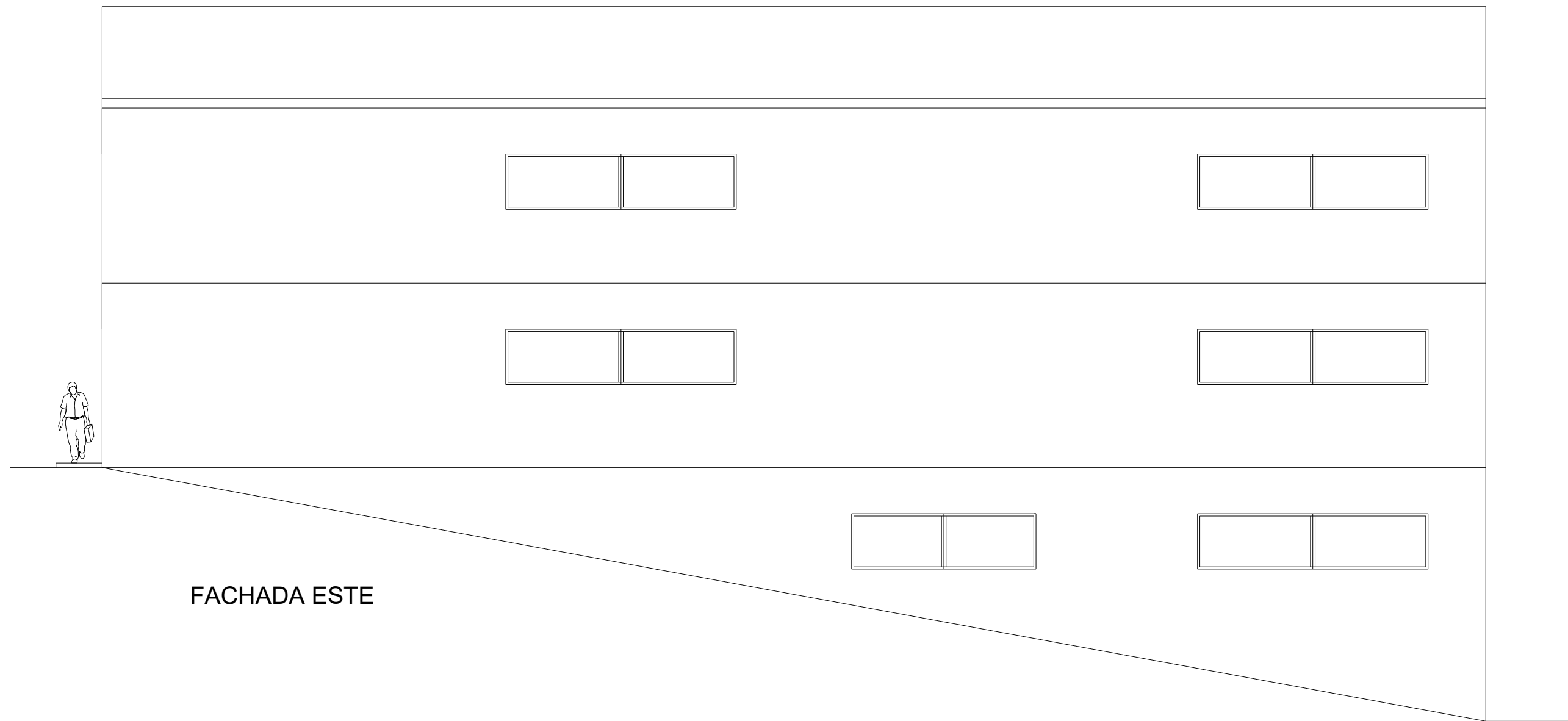
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: 05
PLANTA BAJA			



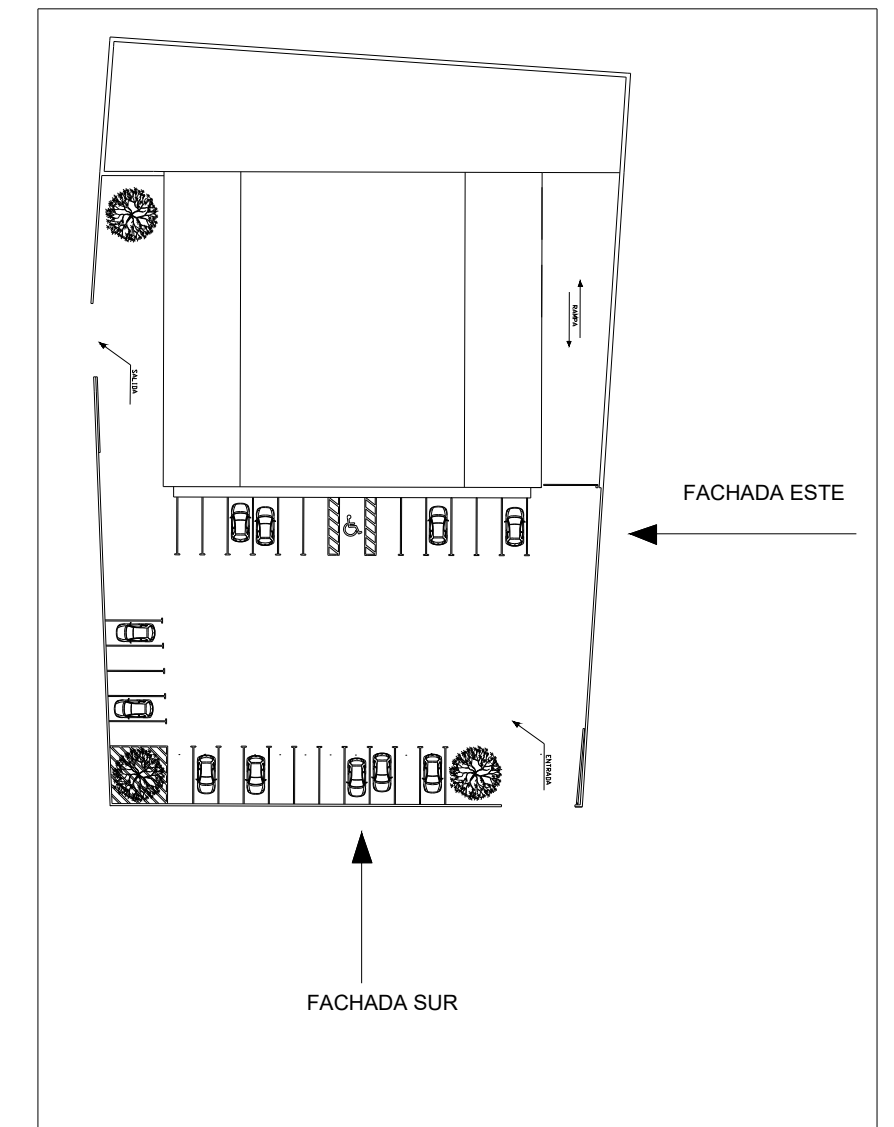
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	PLANTA ALTA		Nº PLANO: 06
ESCALA: 1:100			



FACHADA SUR



FACHADA ESTE



S/E

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Comprobado: 07/2023

UNE-EN-DIN

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

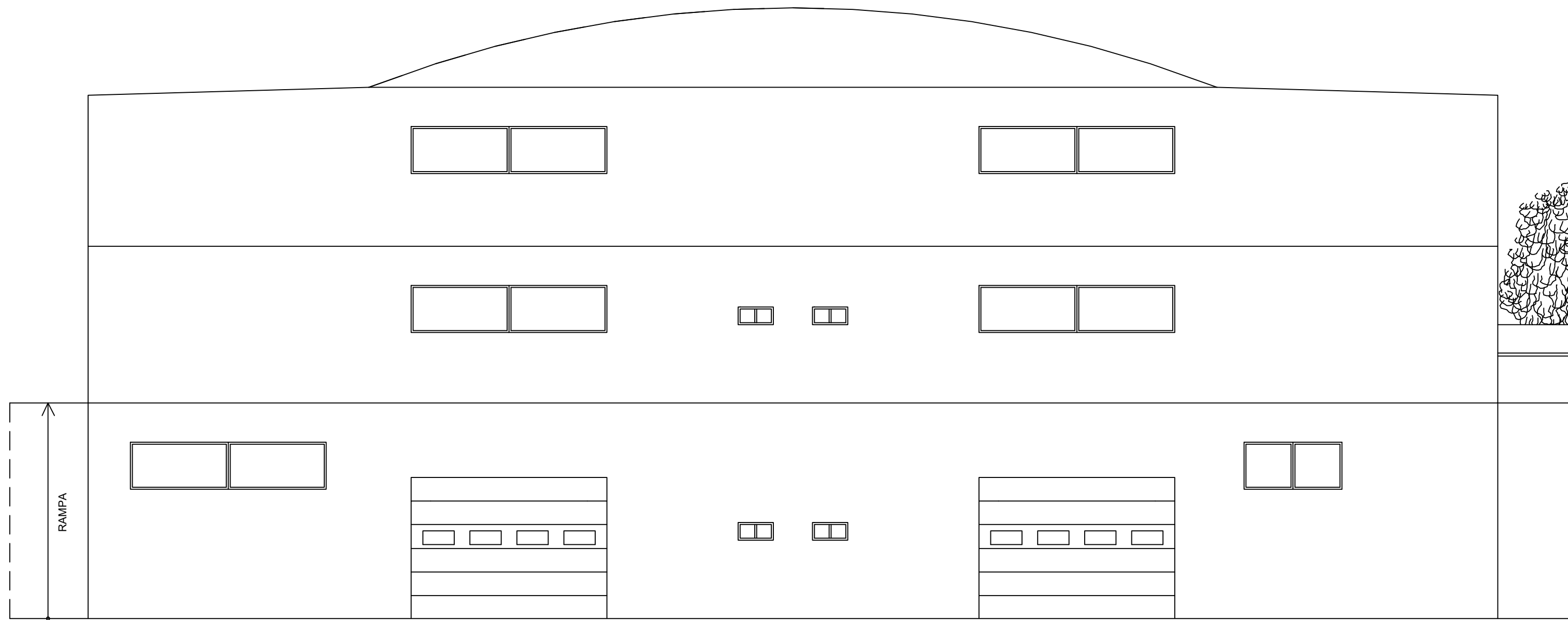
ESCALA:

1:100

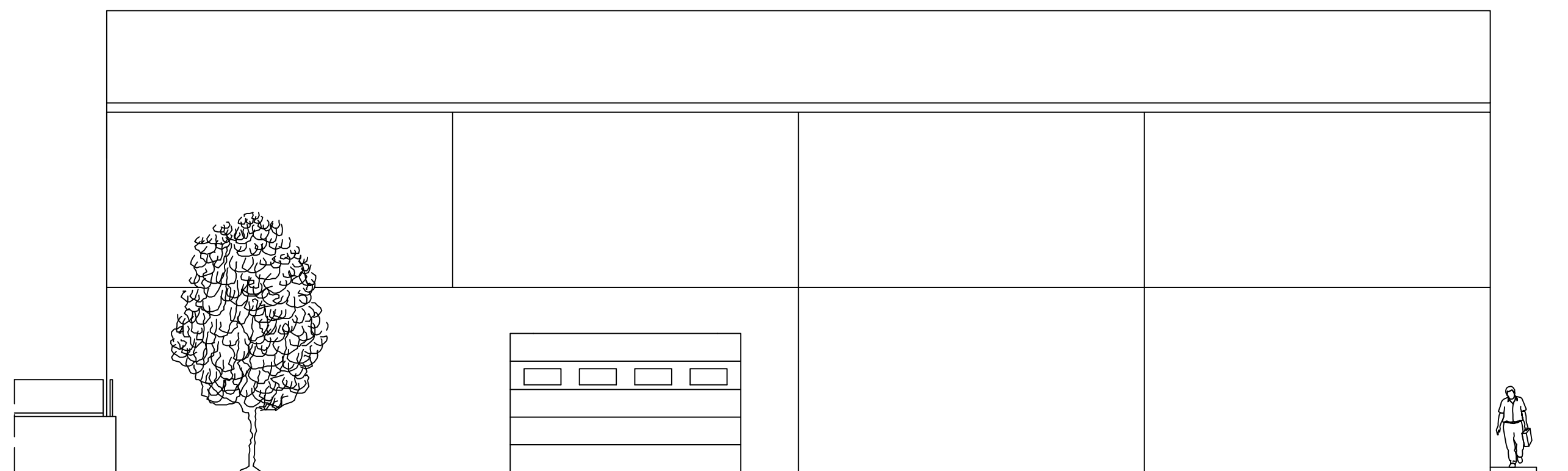
FACHADA SUR Y ESTE

Nº PLANO:

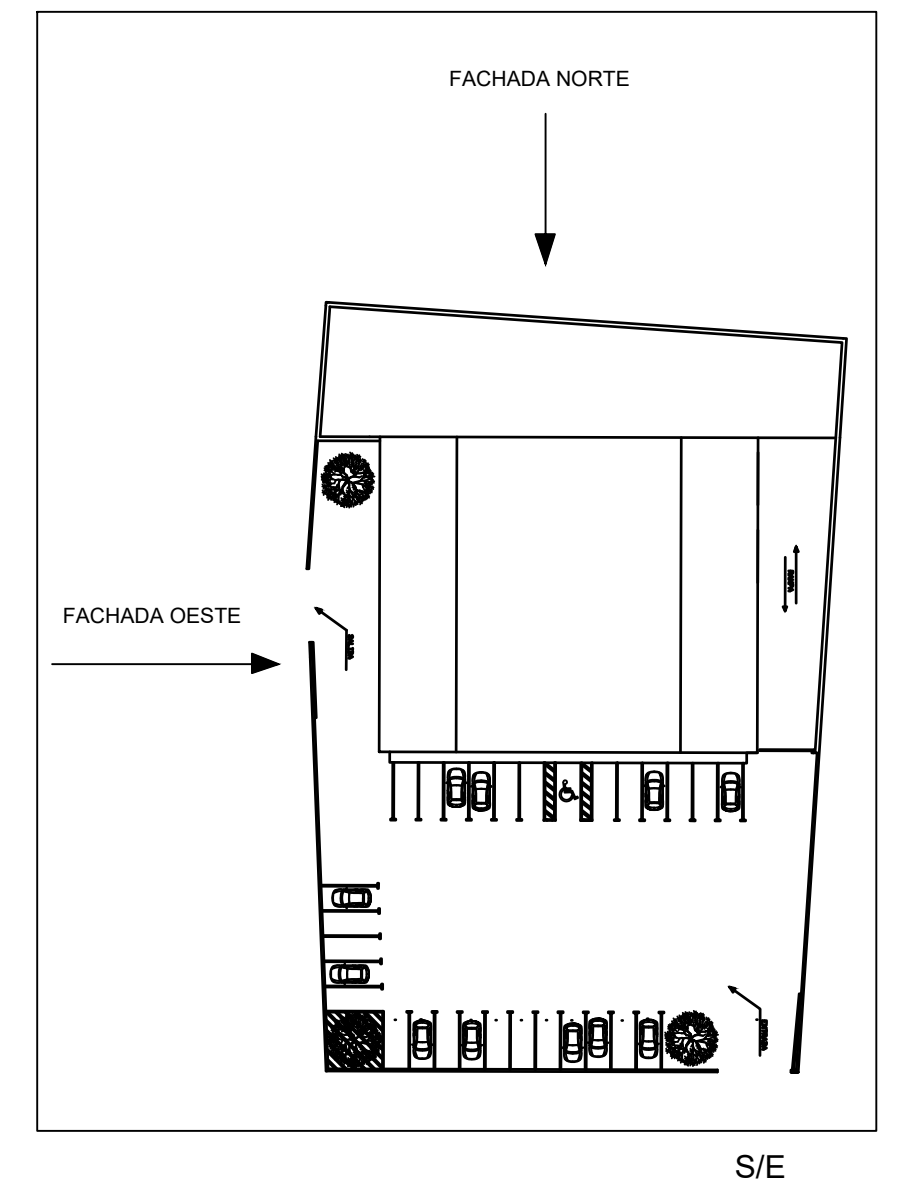
07



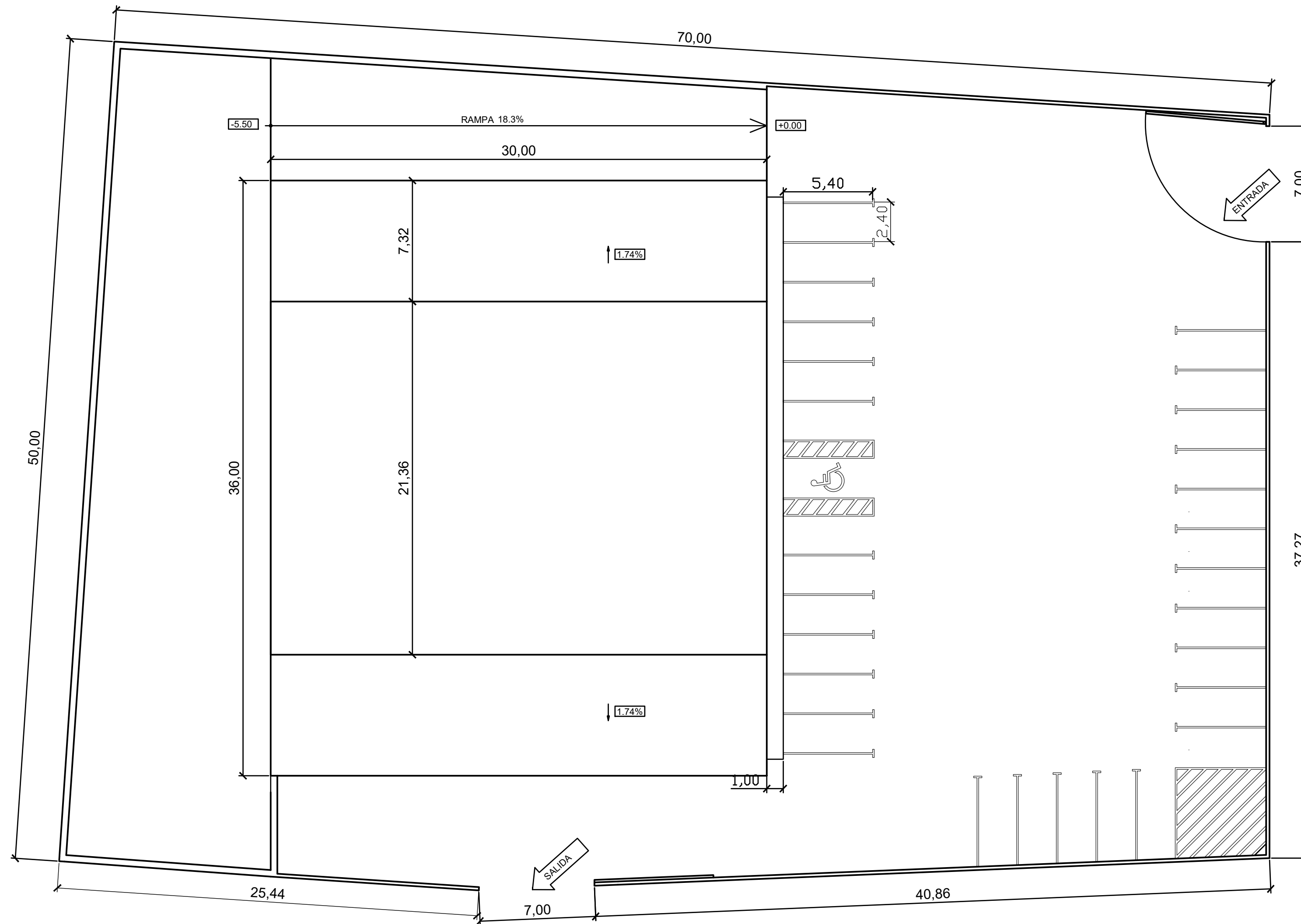
FACHADA NORTE



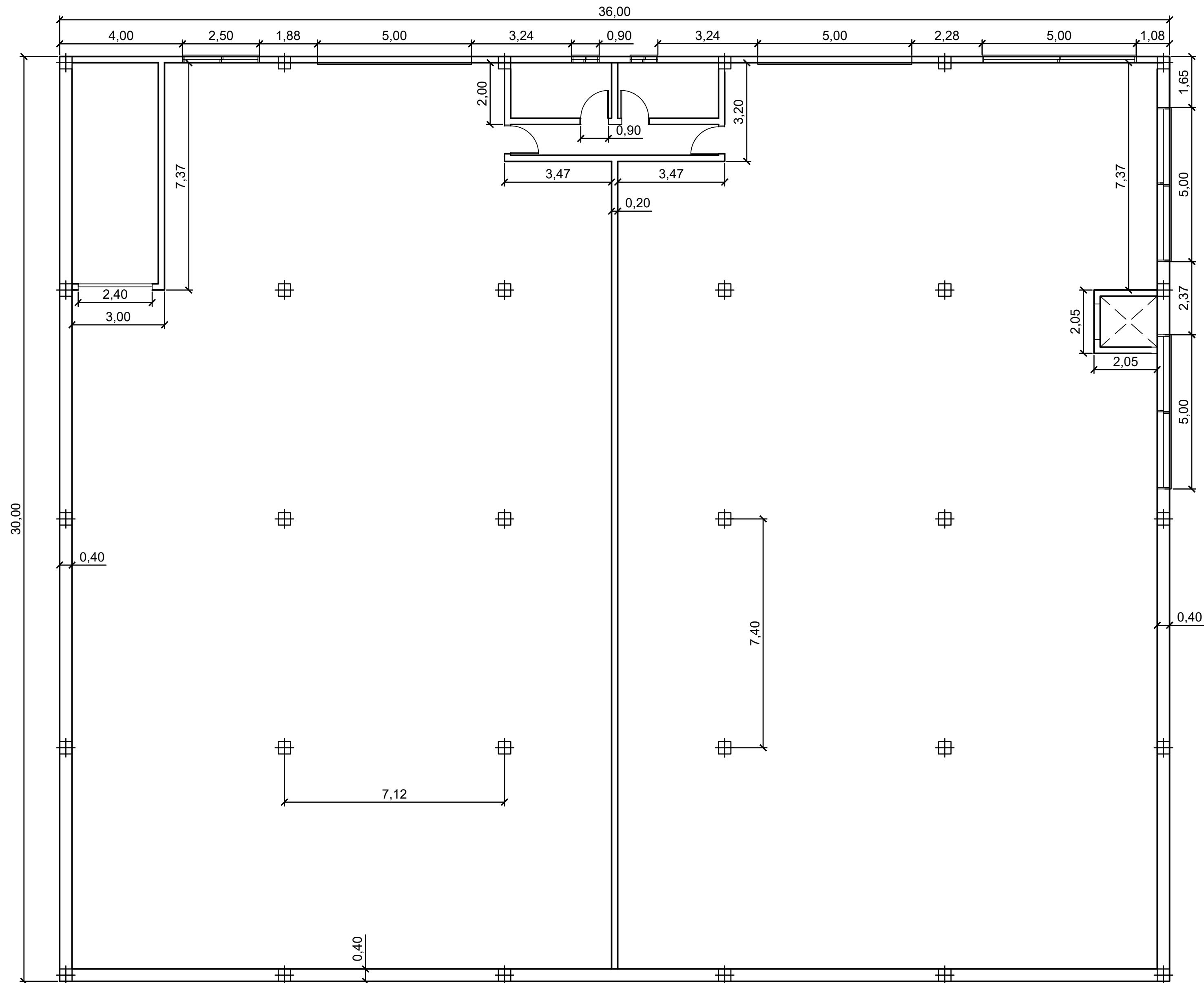
FACHADA OESTE




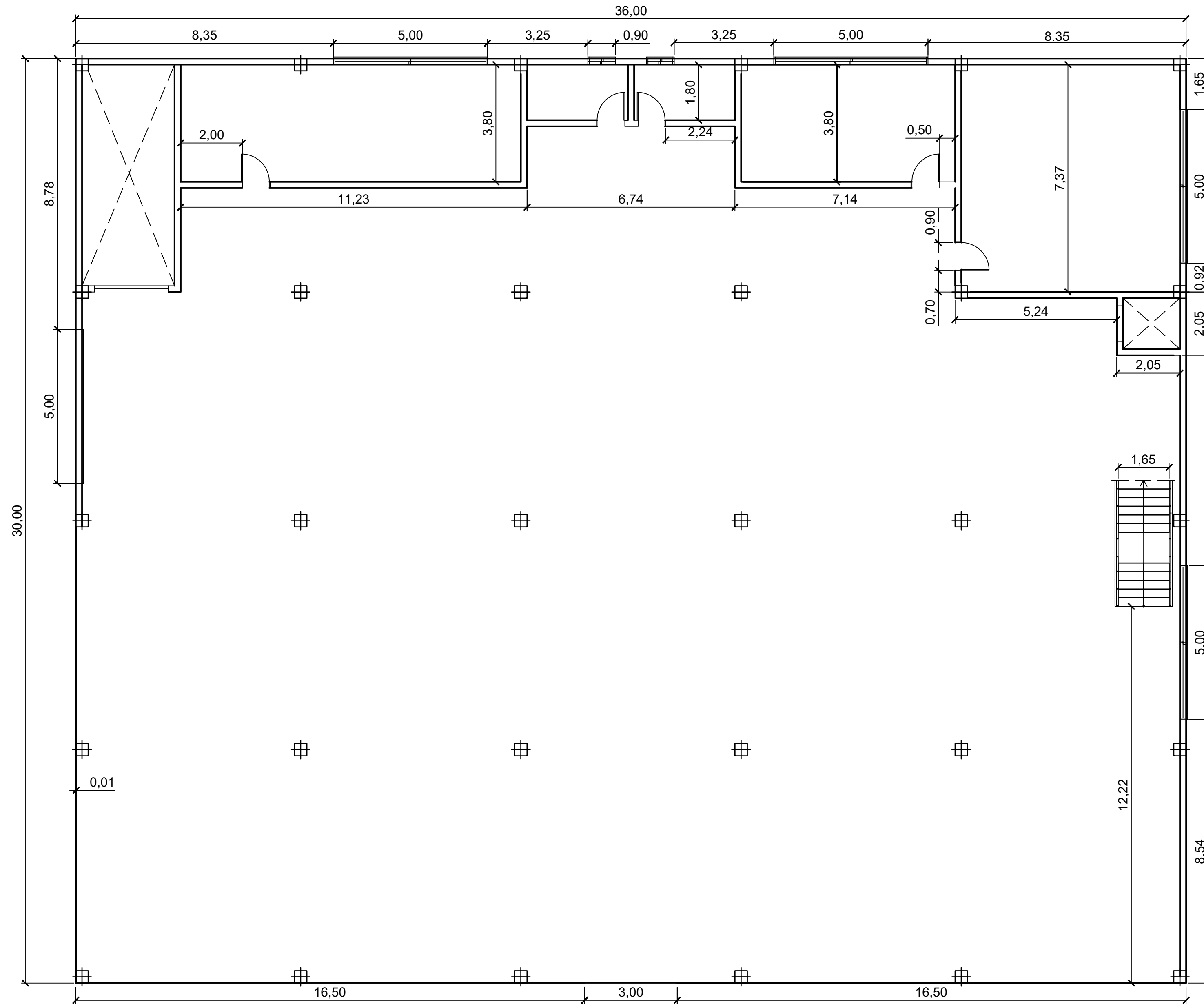
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: 08
FACHADA NORTE Y OESTE			



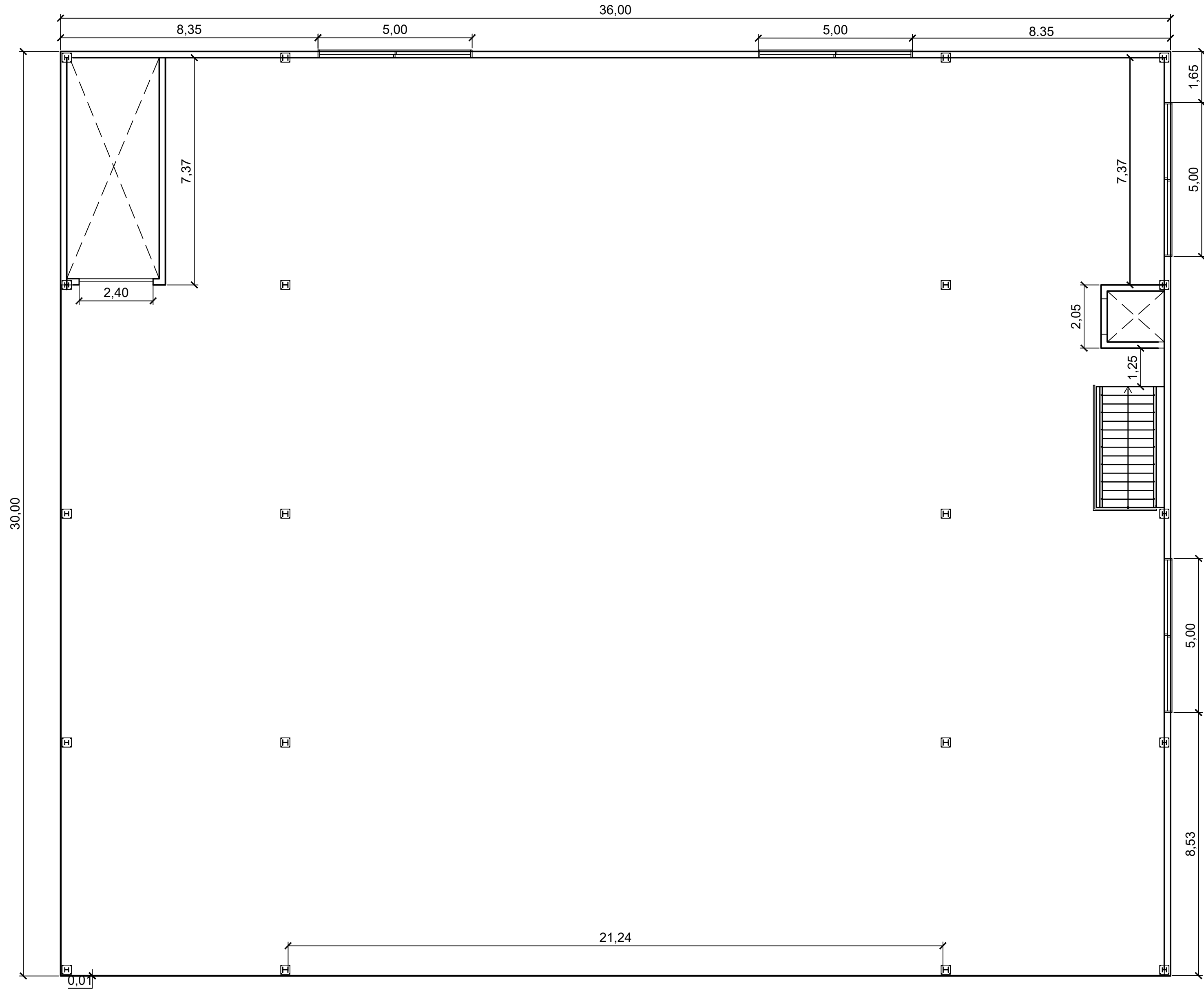
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:200		Nº PLANO: 09
PLANTA ACOTADA			



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: 10
SEMISÓTANO ACOTADO			

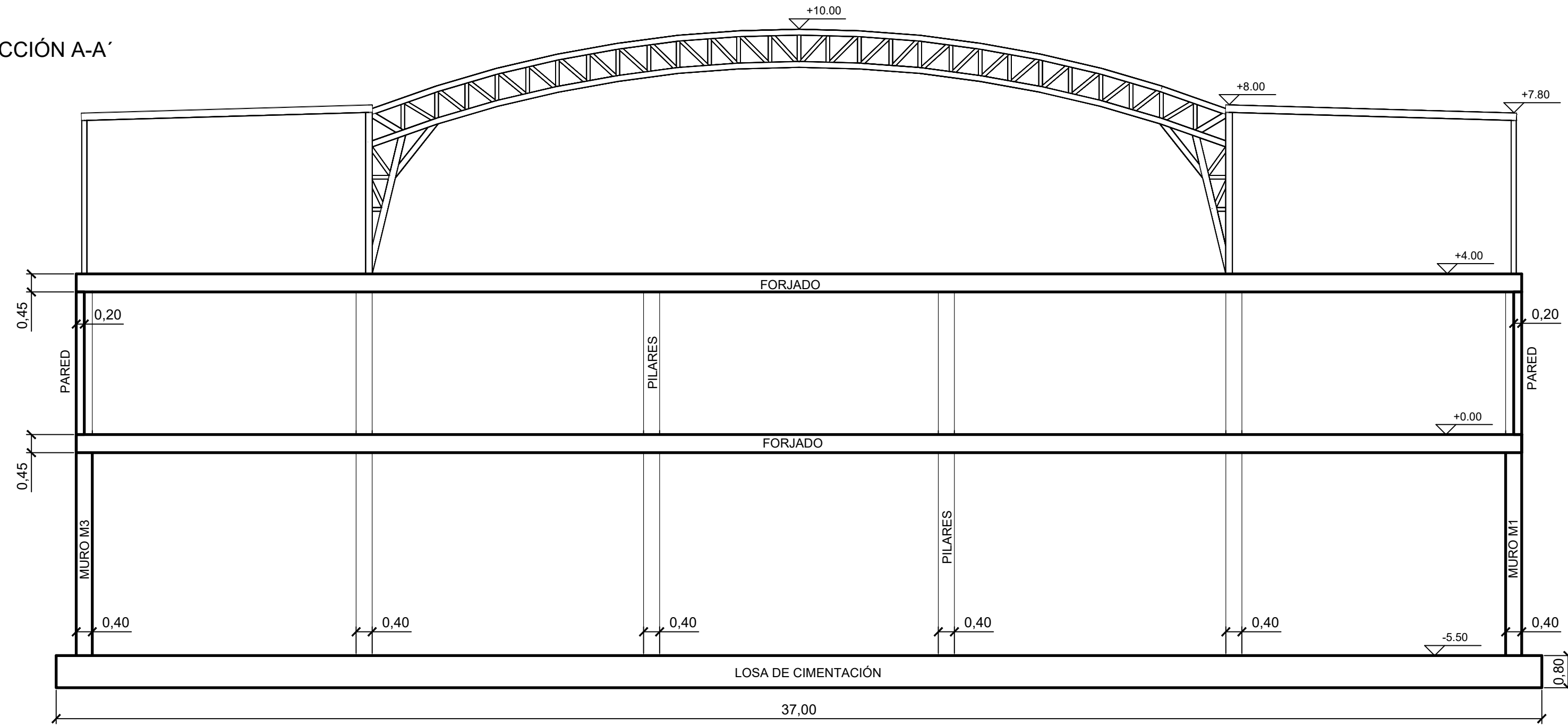


ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: 11
PLANTA BAJA ACOTADA			

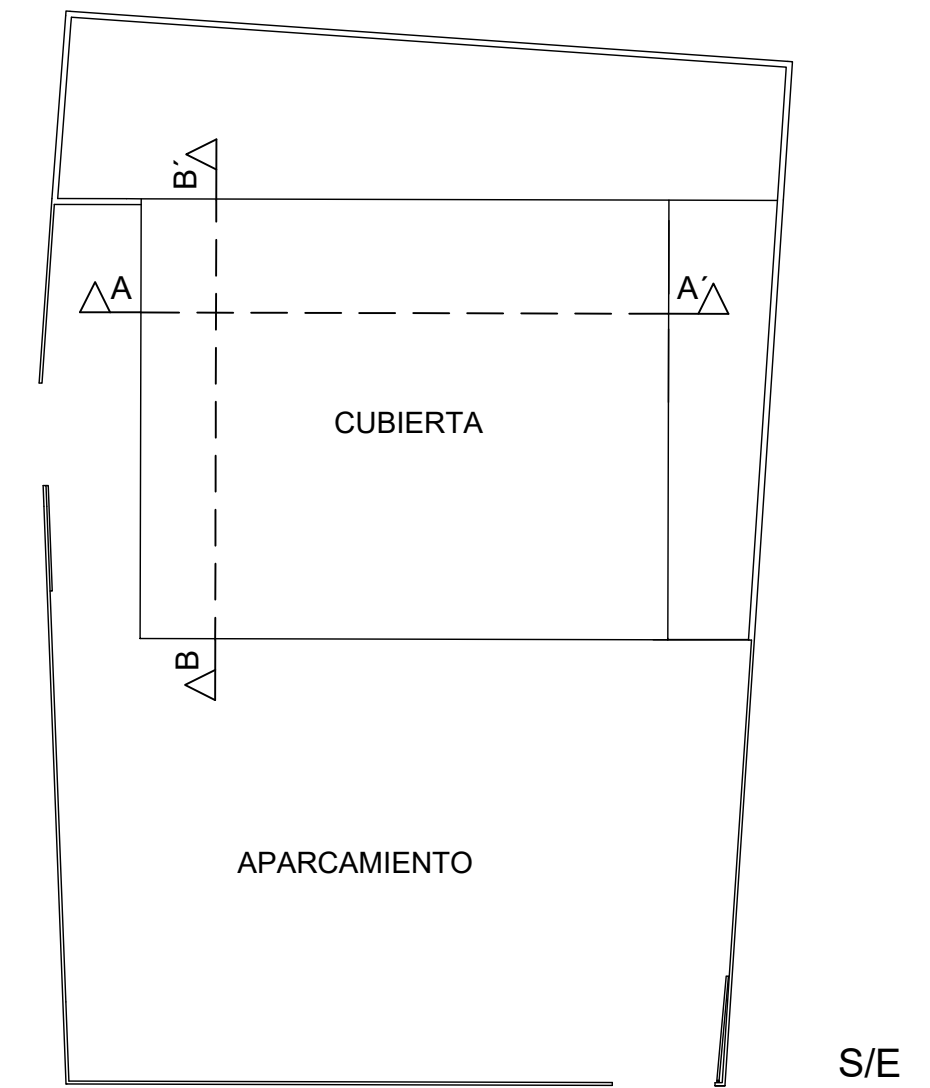
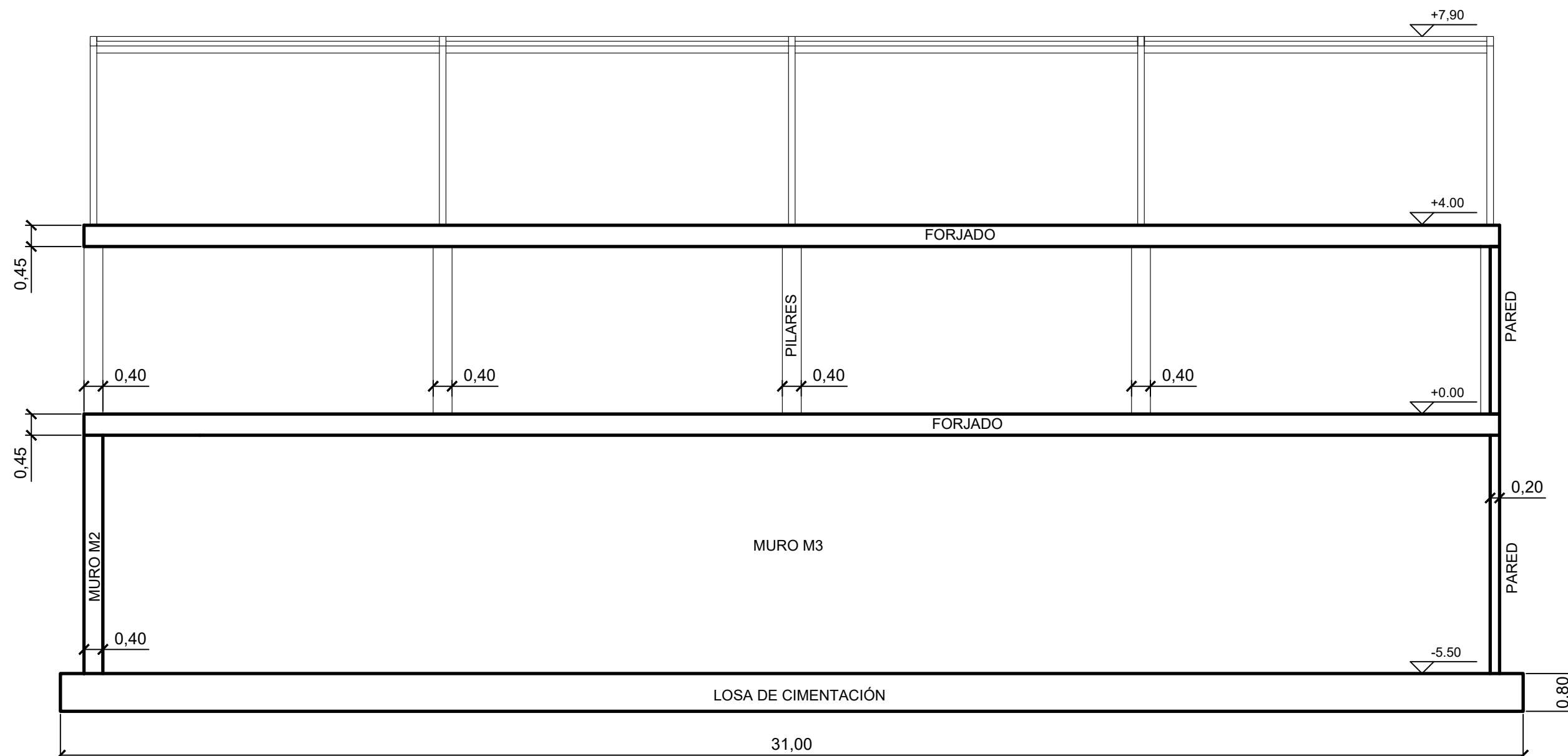



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	PLANTA ALTA ACOTADA		Nº PLANO: 12
ESCALA: 1:100			

SECCIÓN A-A'

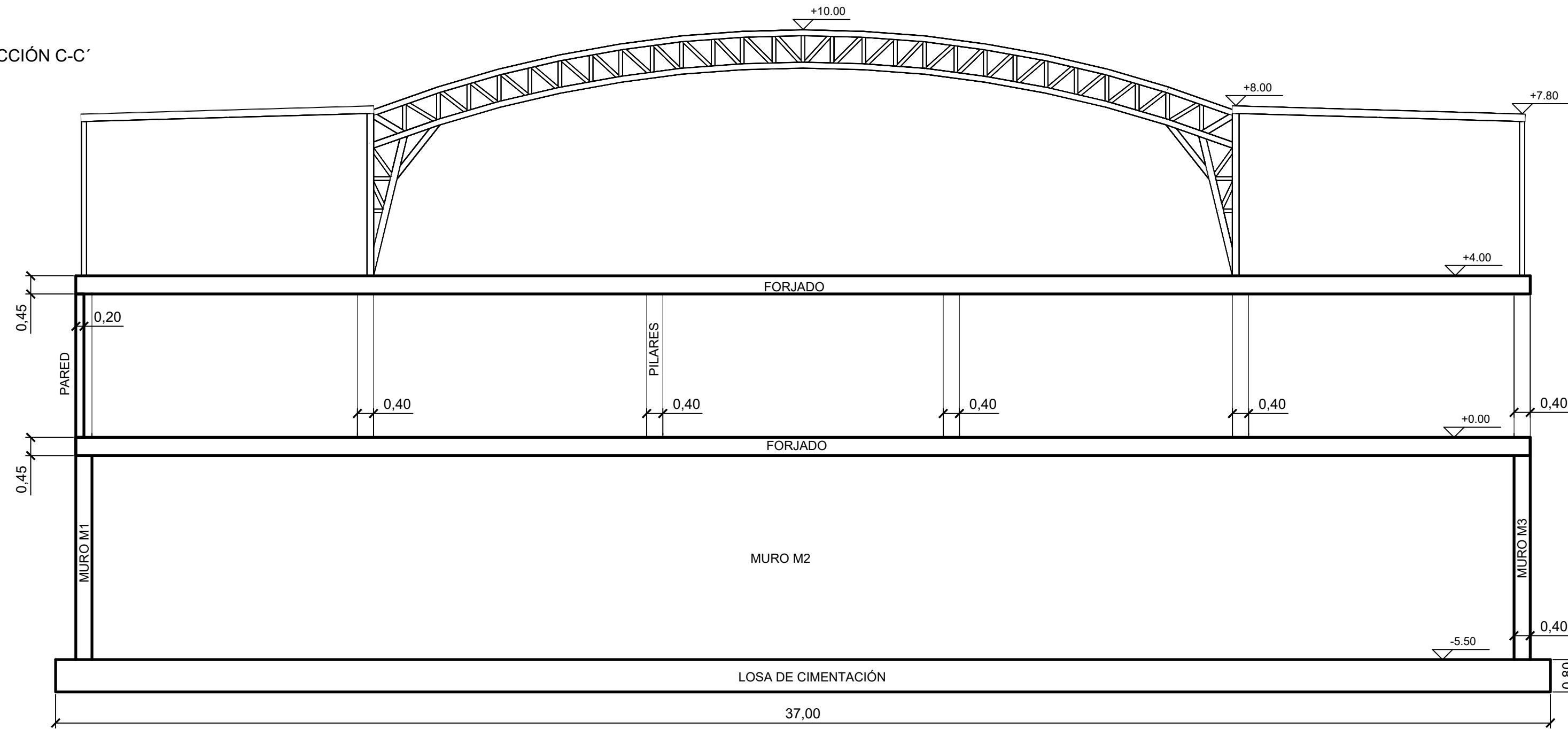


SECCIÓN B-B'

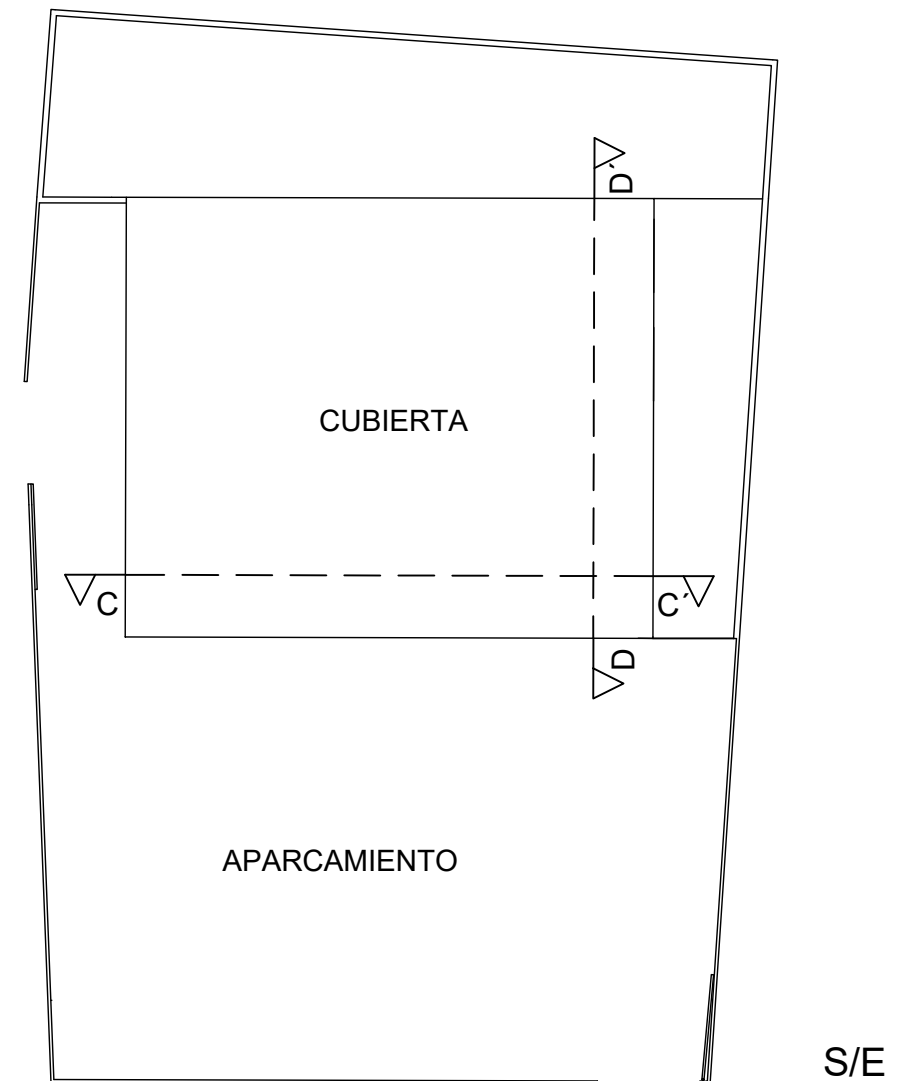
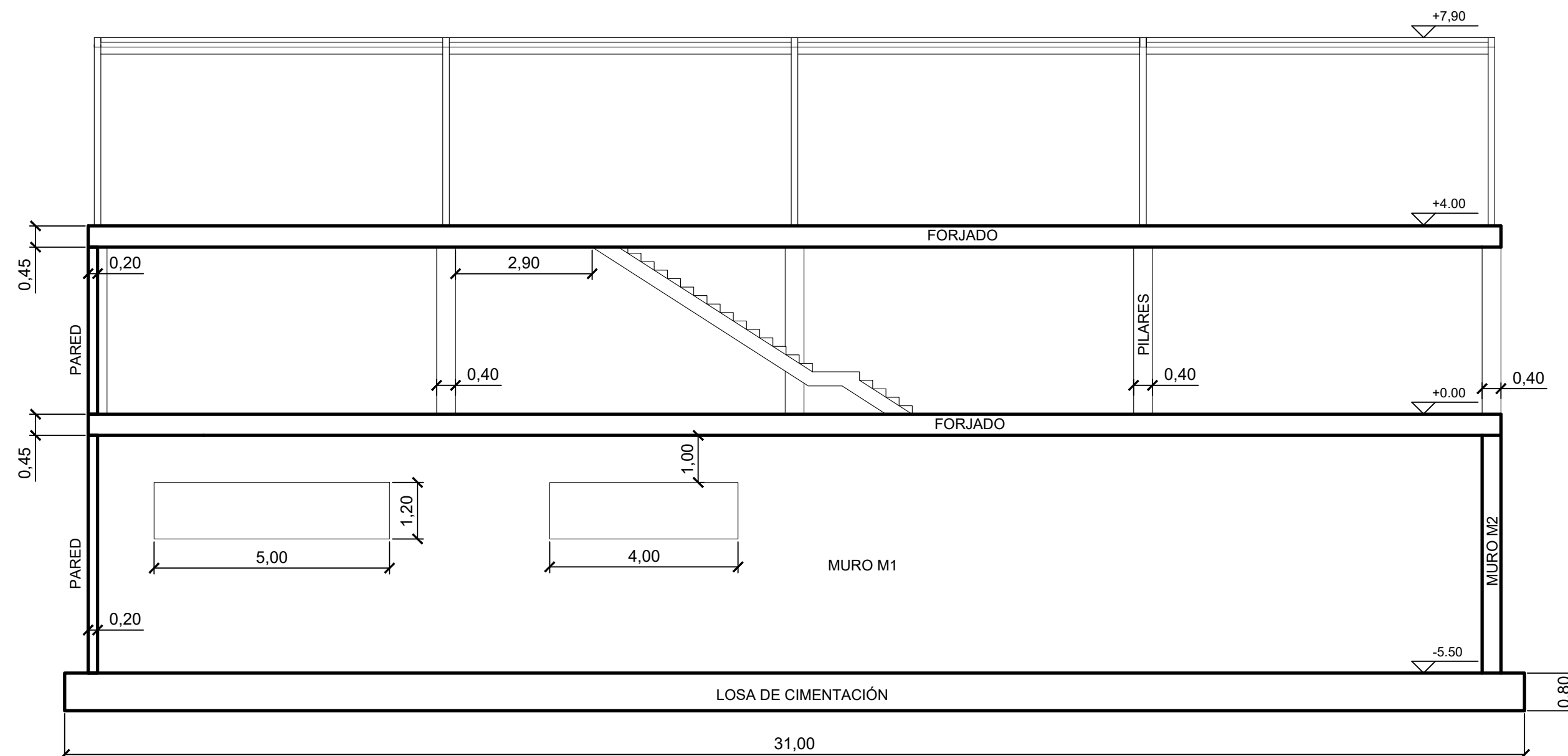



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2023			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	SECCIÓN A-A' Y B-B'		Nº PLANO: 13

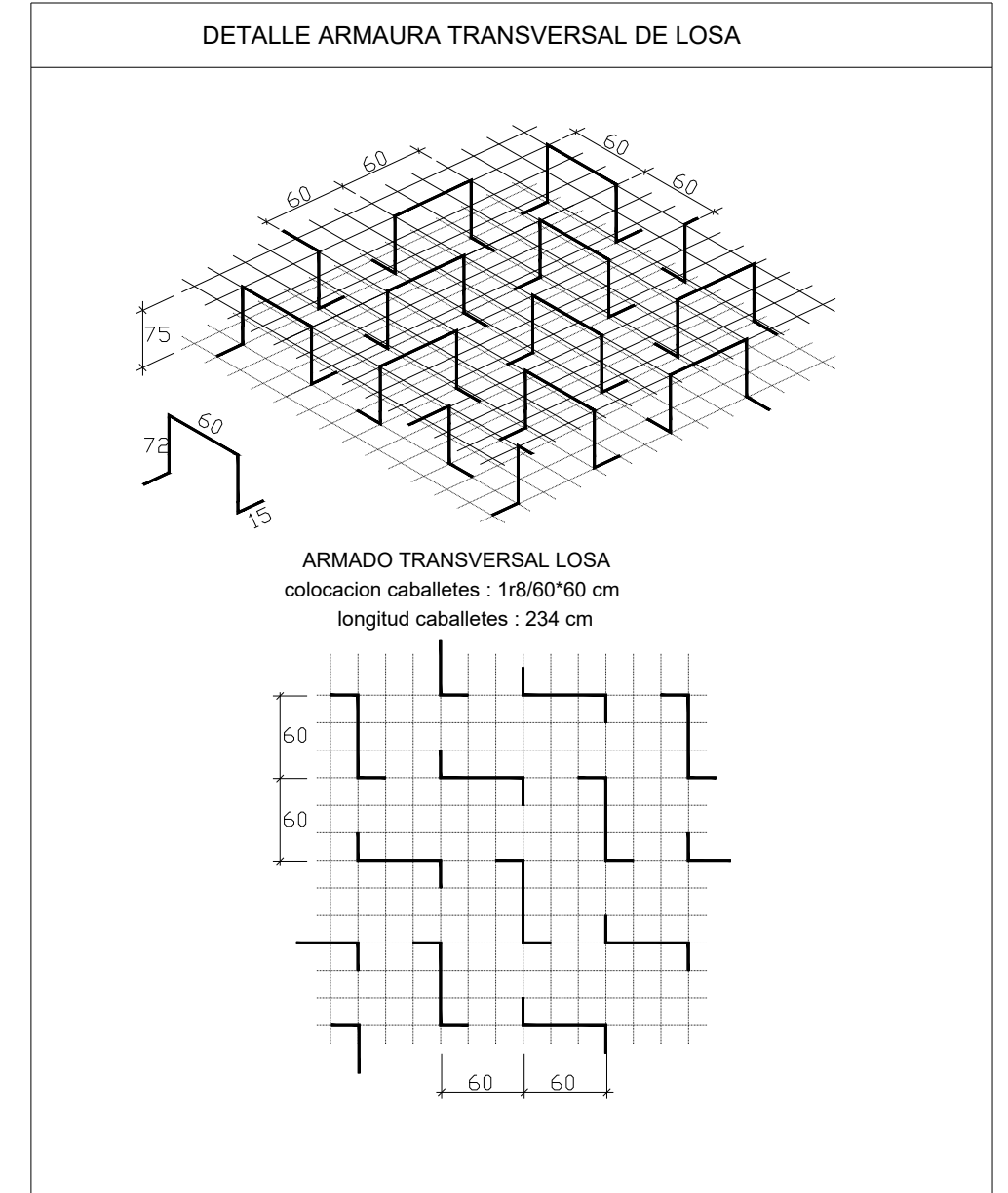
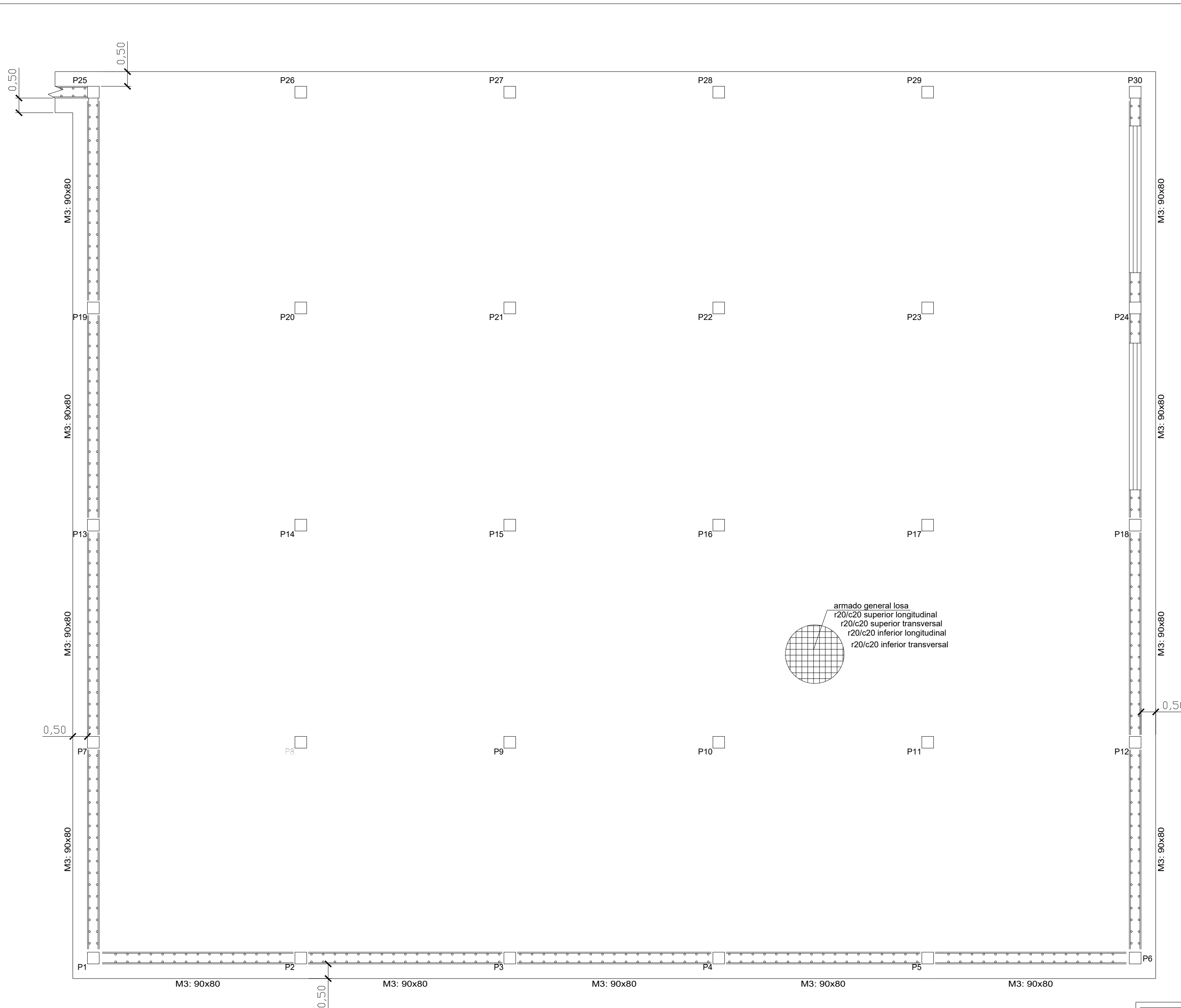
SECCIÓN C-C'



SECCIÓN D-D'



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	Nº PLANO: 14
Comprobado: 07/2023			
ESCALA: 1:100	SECCIÓN C-C' Y D-D'		



Características de los materiales.

Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
LOSA DE CIMENTACIÓN	Estadístico	$\gamma \leq 1,50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma \leq 1,15$	B500S
ZAPATAS	Estadístico	$\gamma \leq 1,50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma \leq 1,15$	B500S
VIGAS DE ATADO	Estadístico	$\gamma \leq 1,50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma \leq 1,15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma \leq 1,50$ $\gamma \leq 1,60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

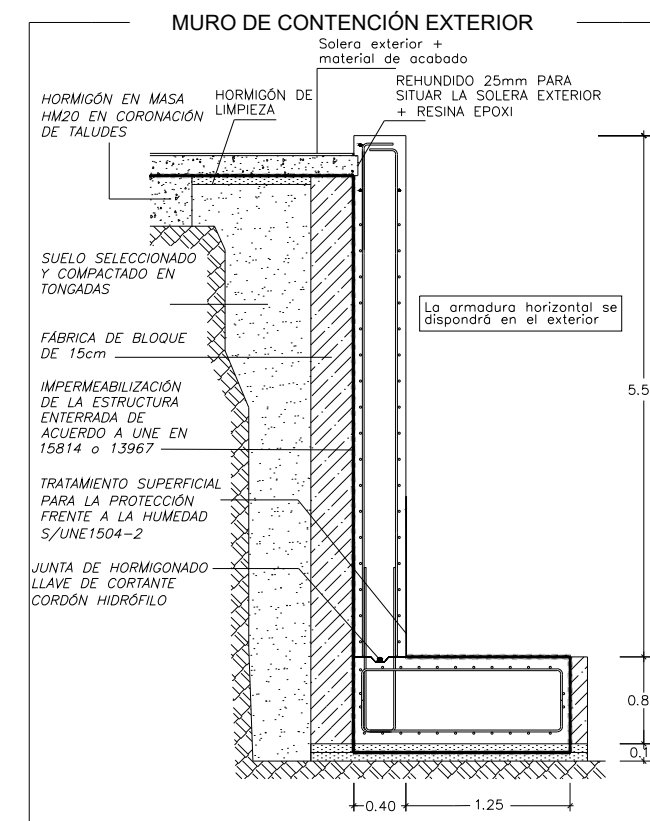
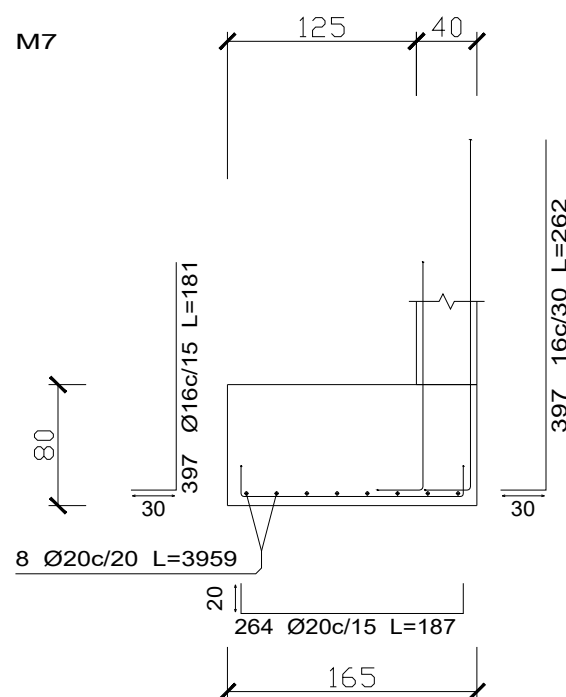
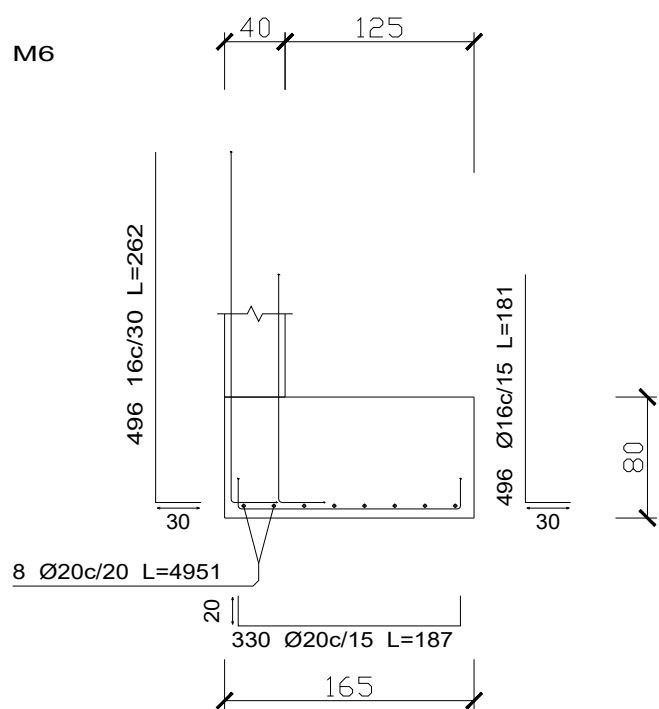
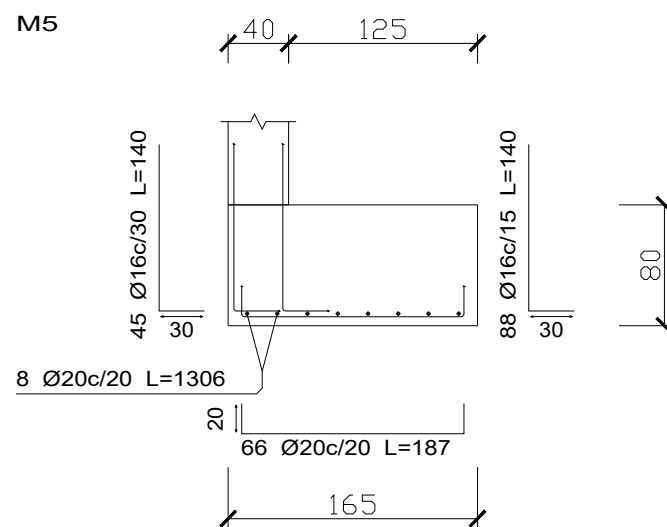
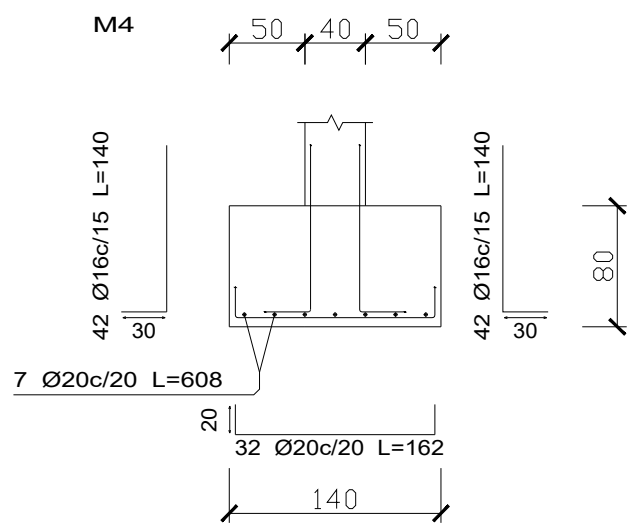
Armado general losa		Canto losa
Armado superior:	r20/c20	80 cm
Armado inferior:	r20/c20	

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín Id. s. normas: UNE-EN-DIN ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
 Grado Ingeniería Mecánica
 Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

ESCALA: 1:100 **LOSA DE CIMENTACIÓN** Nº PLANO: HA.1



S/E

Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
LOSA DE CIMENTACIÓN	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
ZAPATAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS DE ATADO	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

ESCALA:

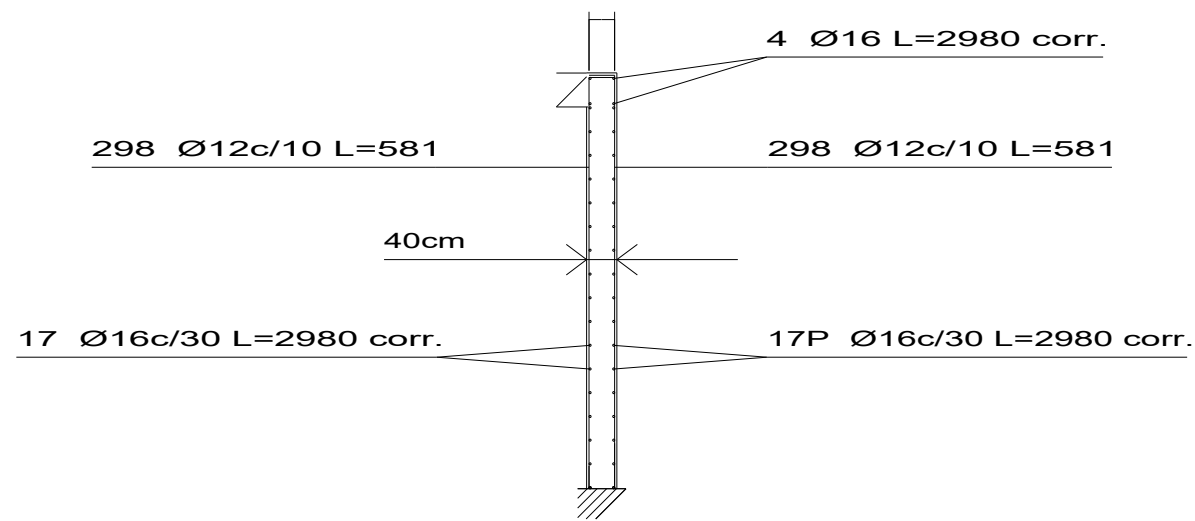
1:50

ZAPATAS DE MUROS M4, M5, M6 Y M7

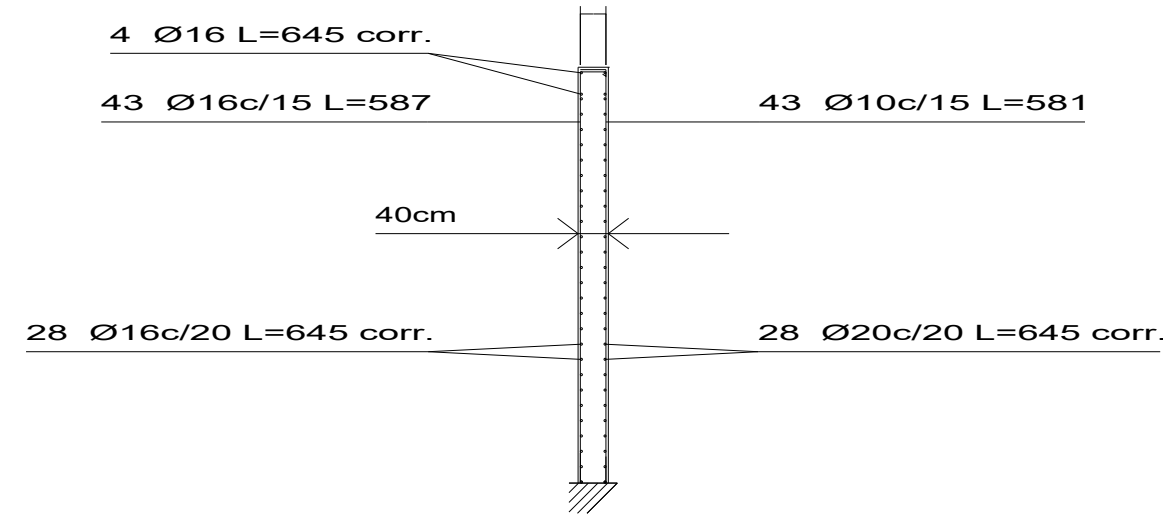
Nº PLANO:

HA.2

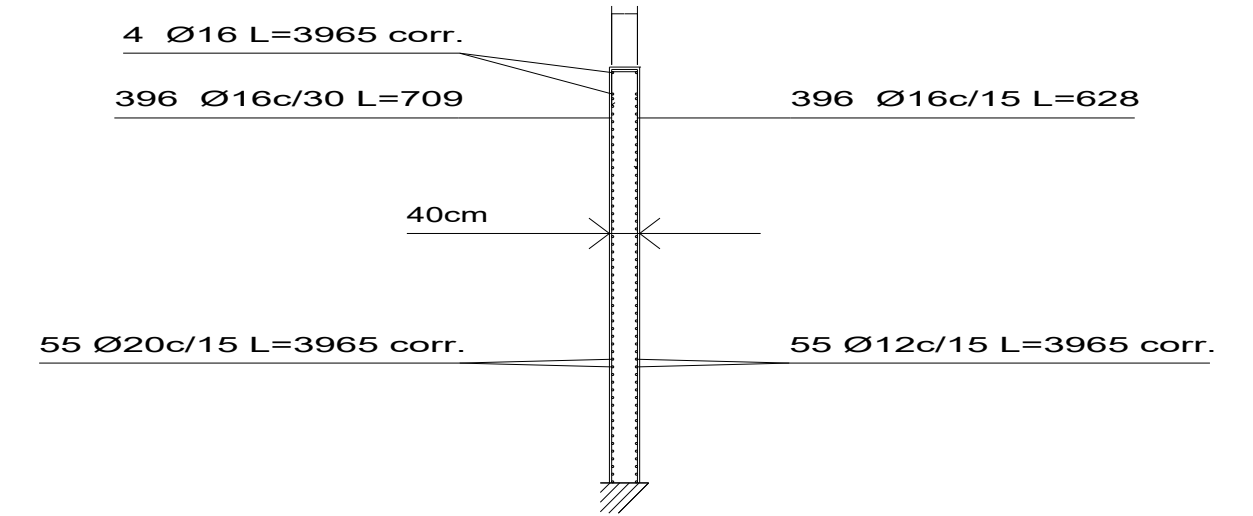
COTAS EN CENTÍMETROS



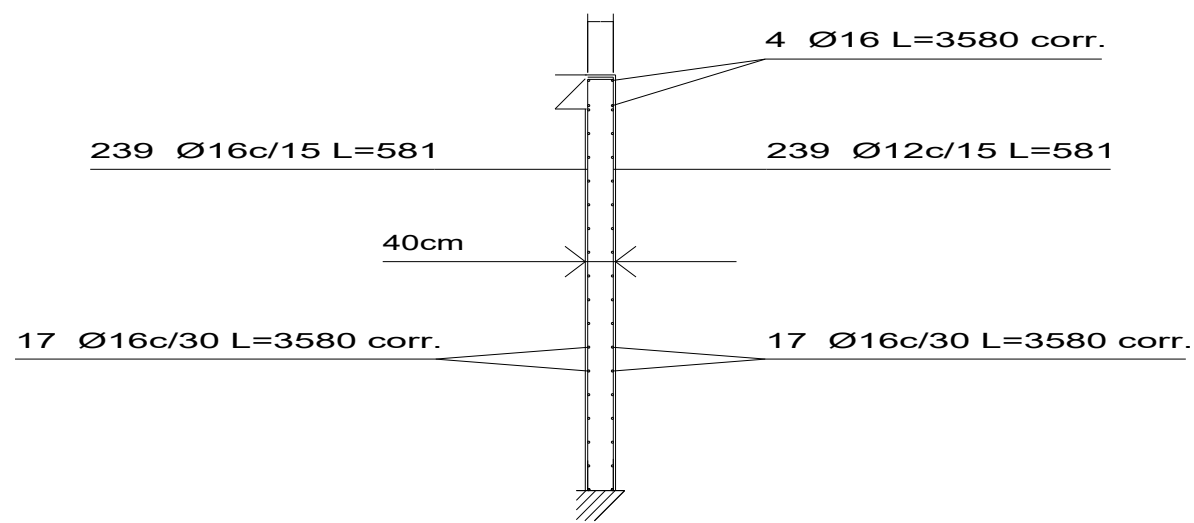
M1: Planta 1



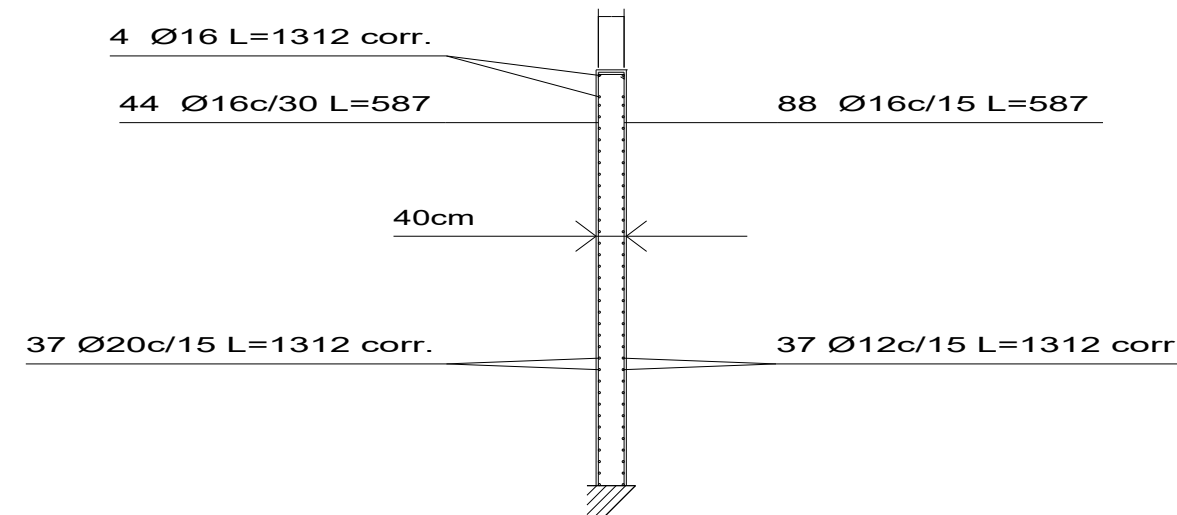
M4: Planta 1



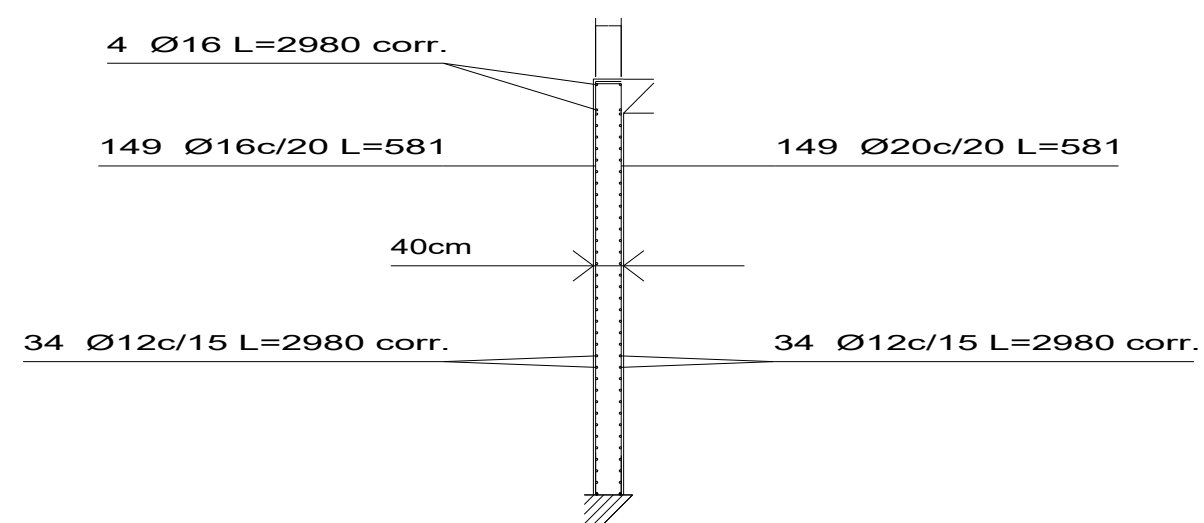
M7: Planta 1



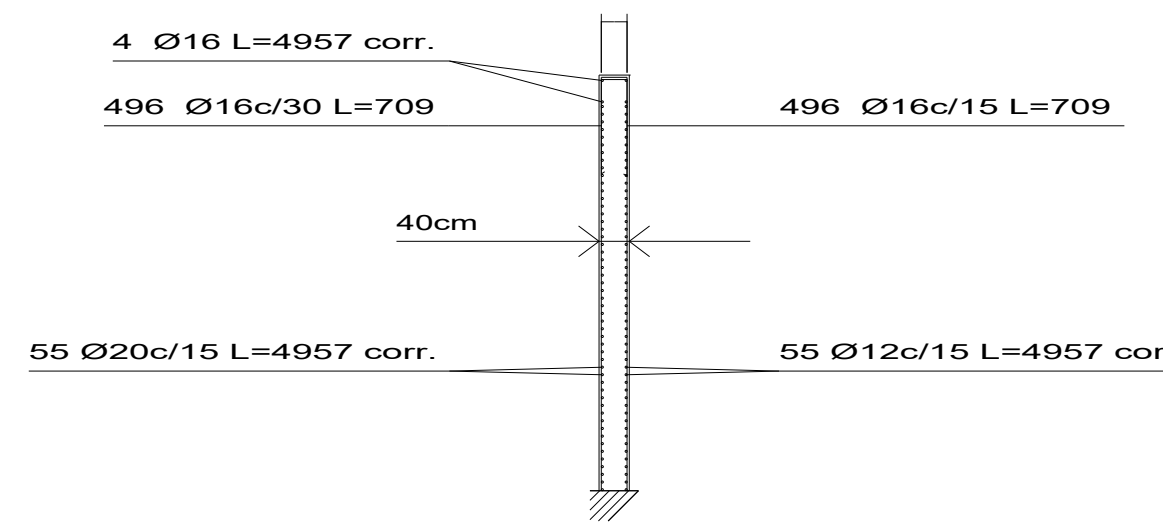
M2: Planta 1



M5: Planta 1

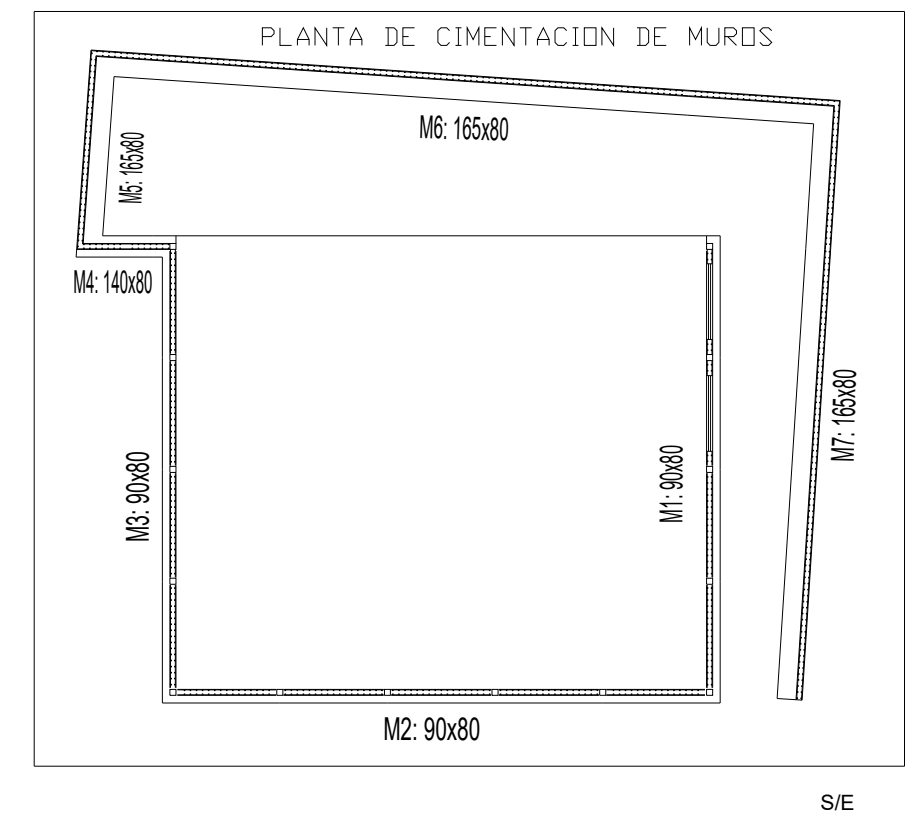


M3: Planta 1



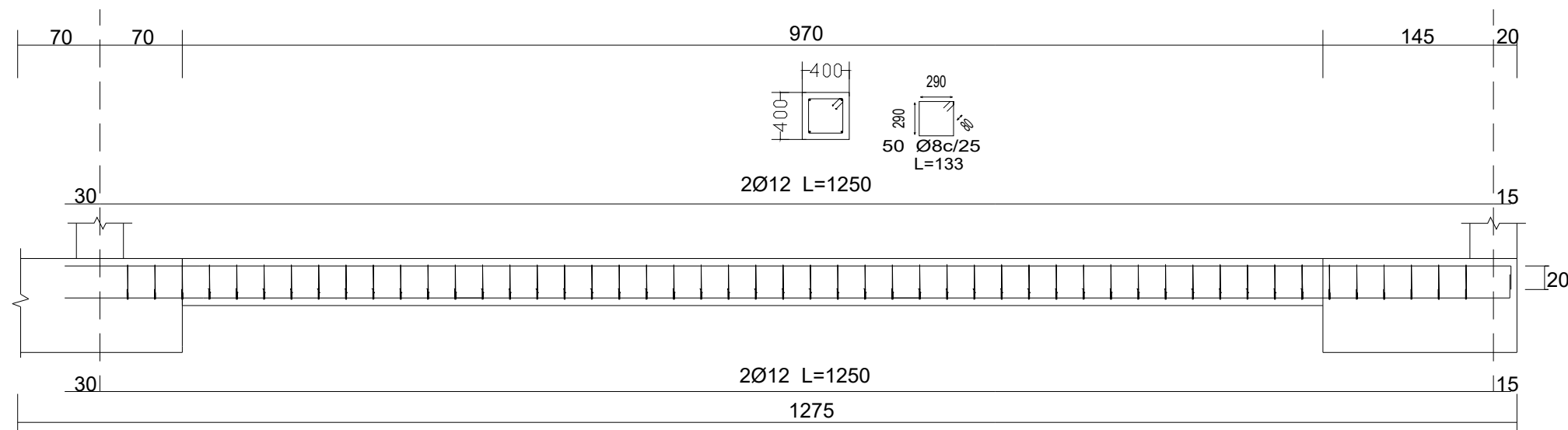
M6: Planta 1

Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_c=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

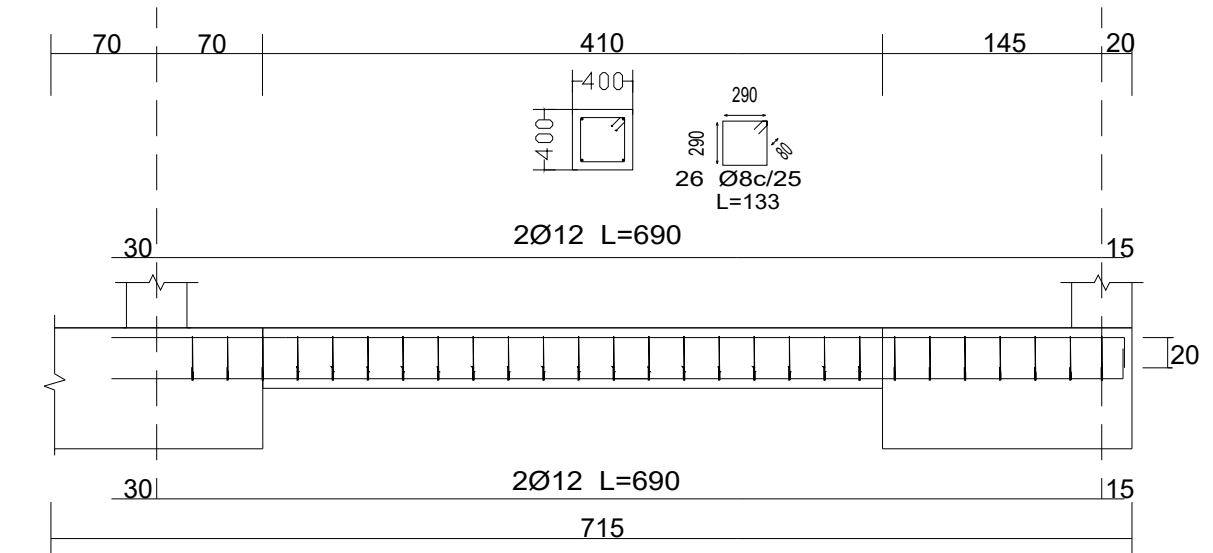


ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: HA.3
MUROS			

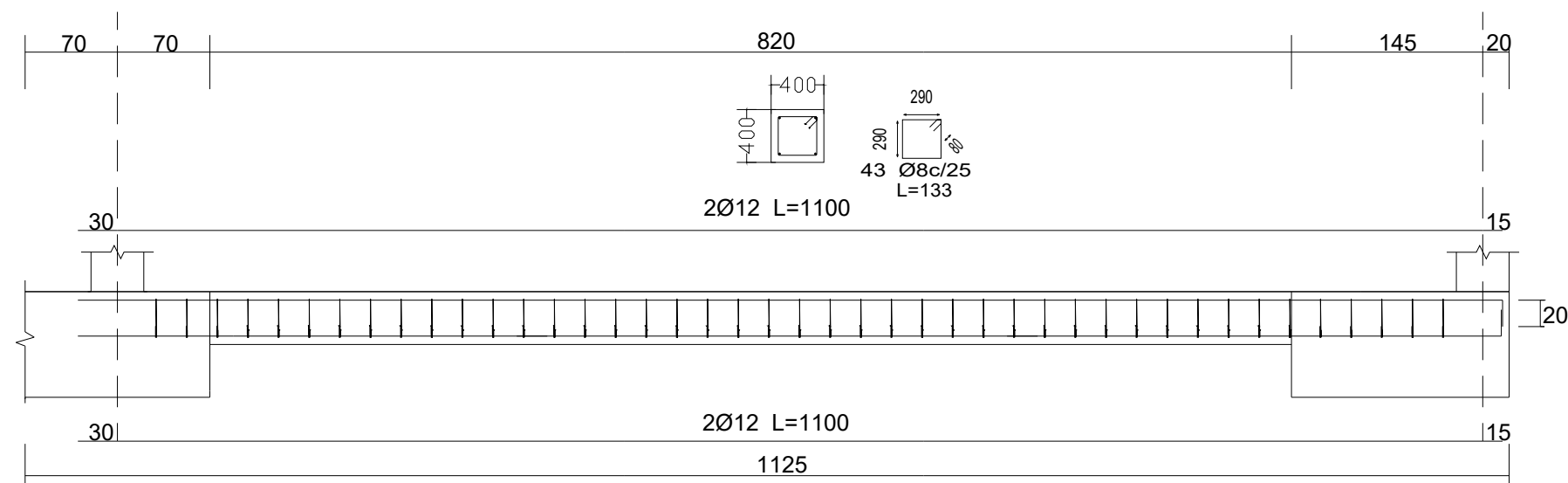
V1 [P26-M6].



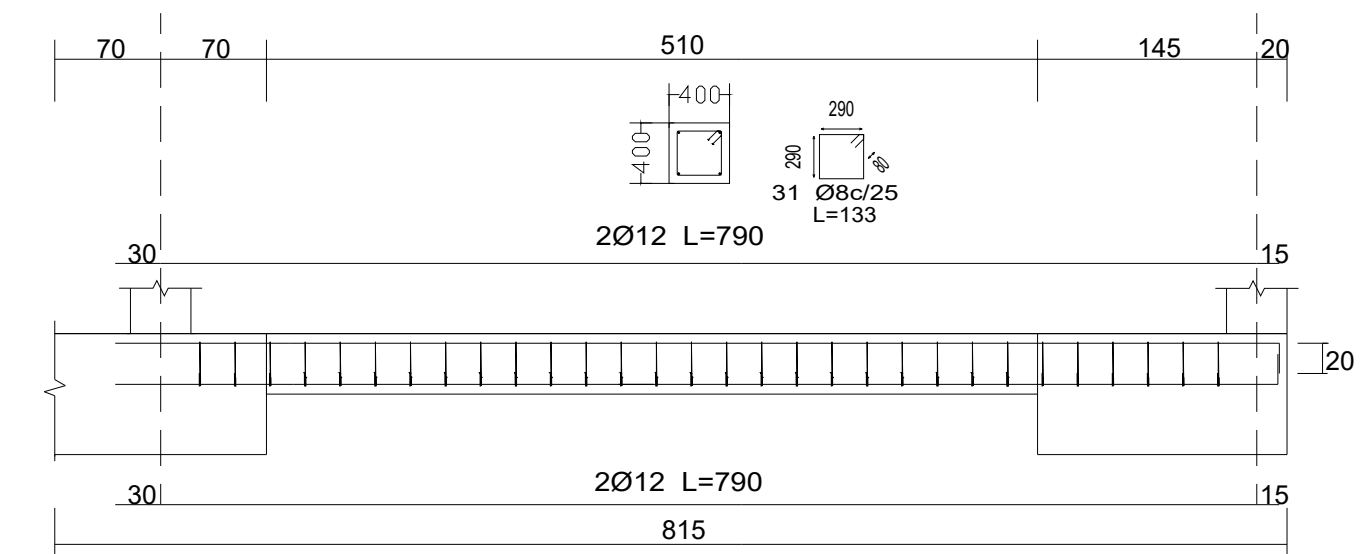
V4 [P6-M7].



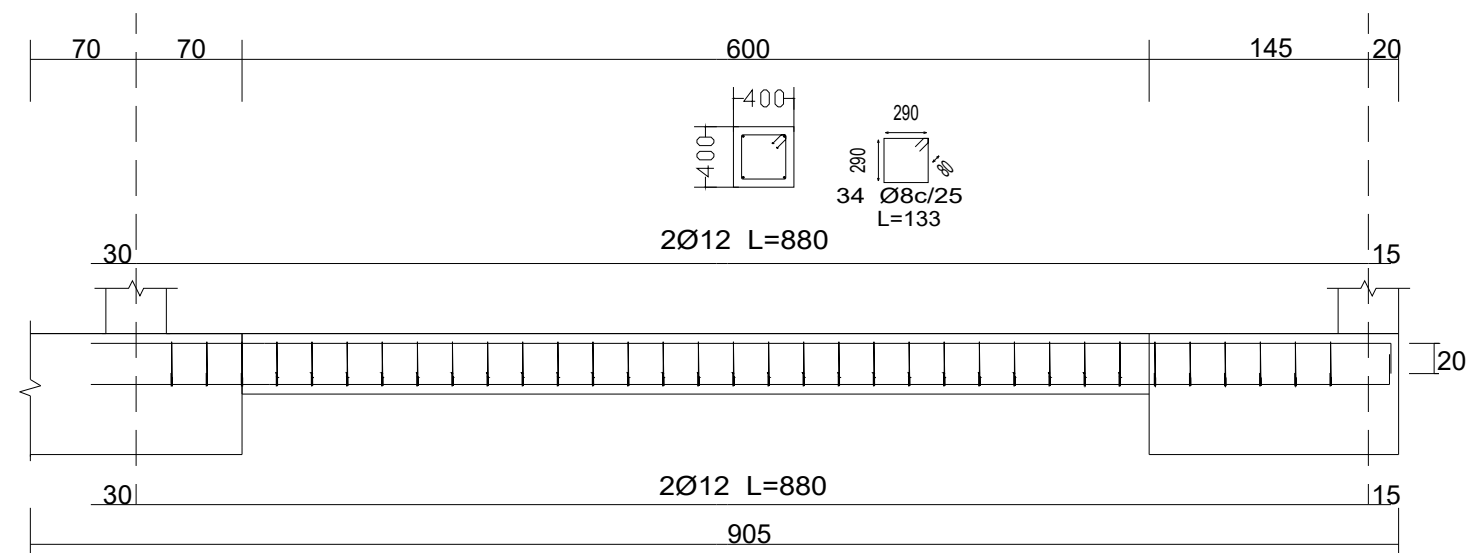
V2 [P28-M6].



V5 [P18-M7].



V3 [P30-M7].



Características de los materiales.

Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
LOSA DE CIMENTACIÓN	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
ZAPATAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS DE ATADO	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC2	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Id. s. normas:



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Comprobado: 07/2023

UNE-EN-DIN

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

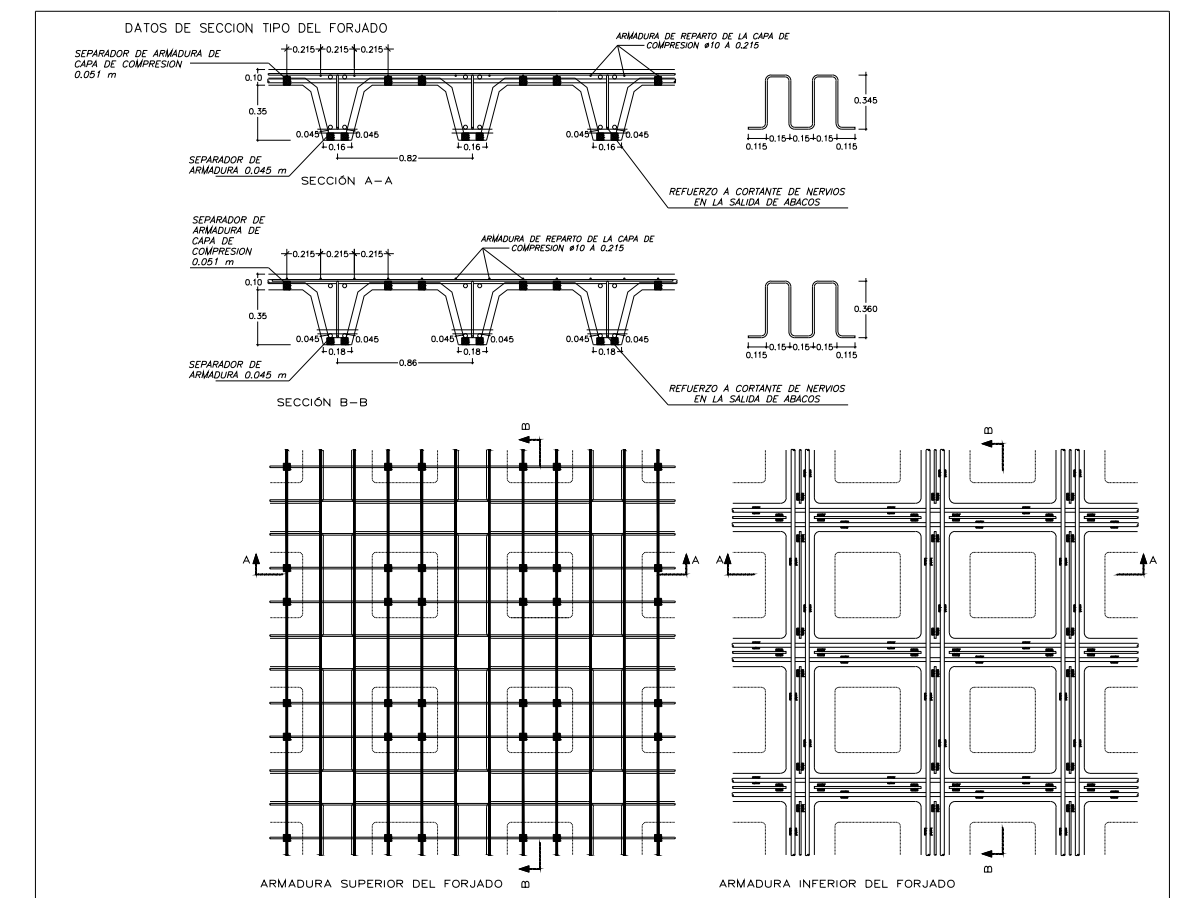
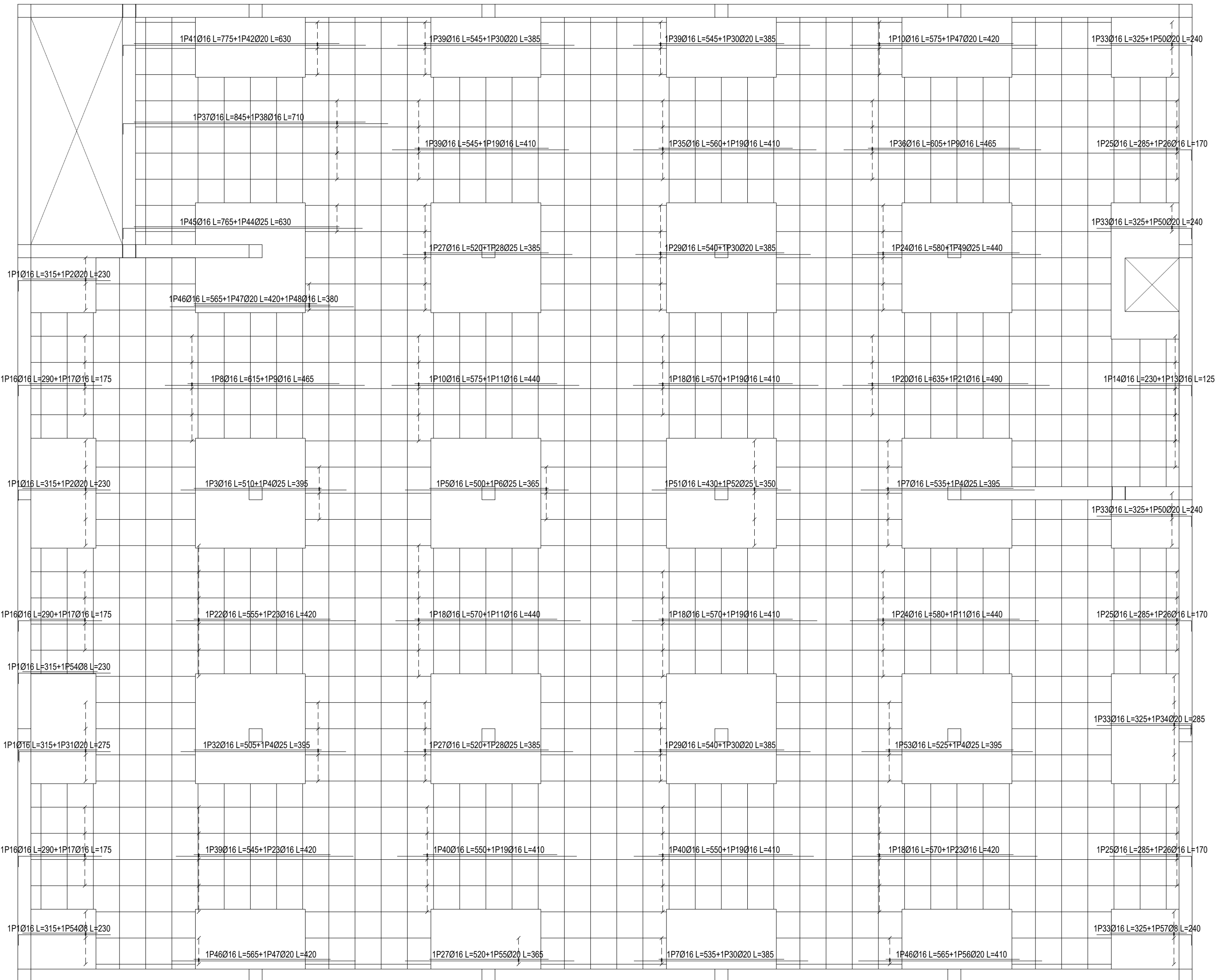
ESCALA:

1:50

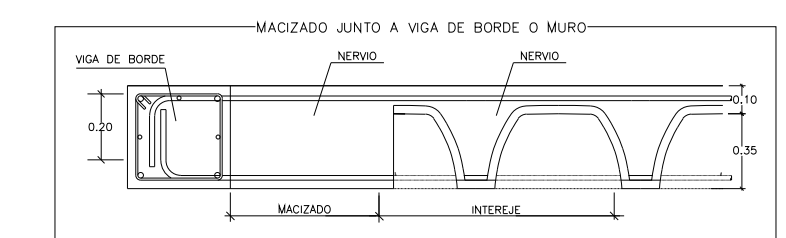
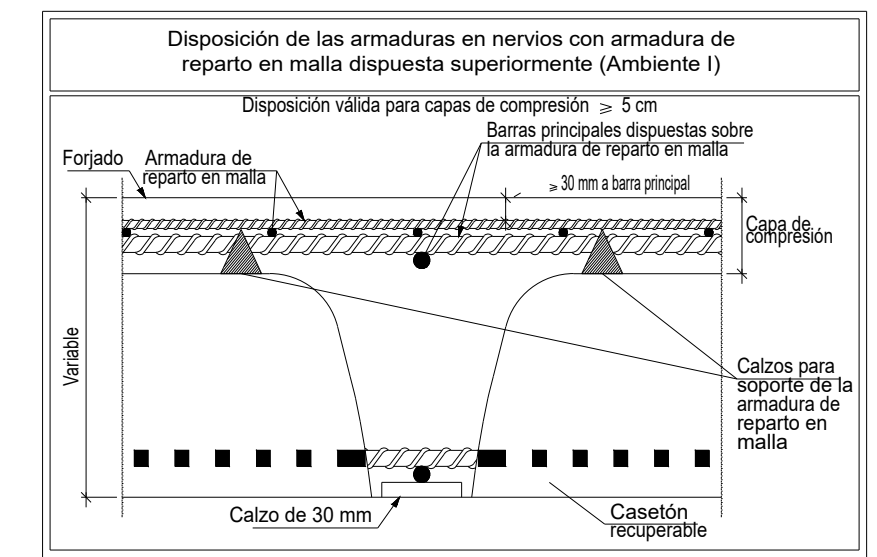
VIGAS DE ATADO

Nº PLANO:

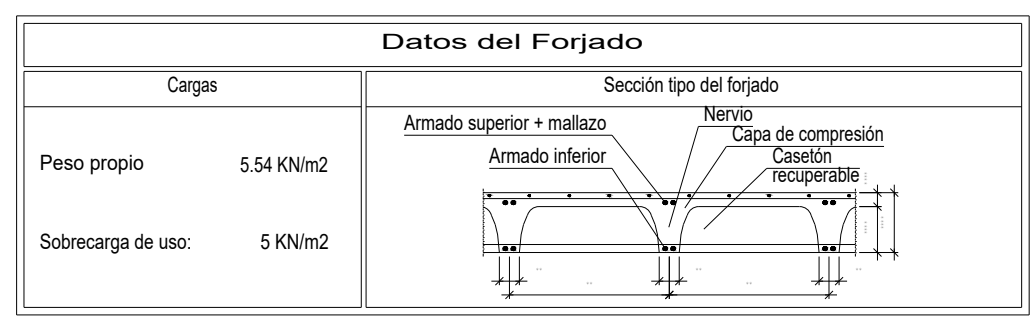
HA.4



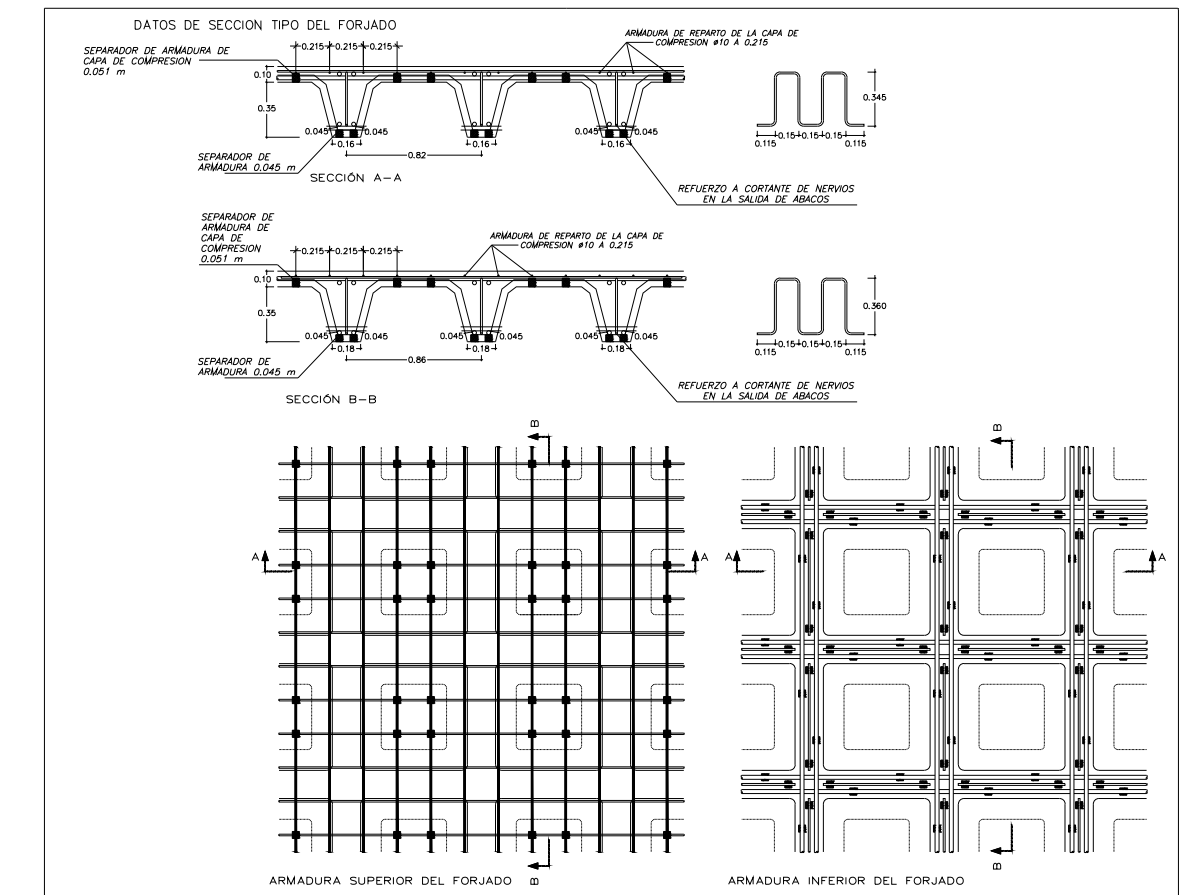
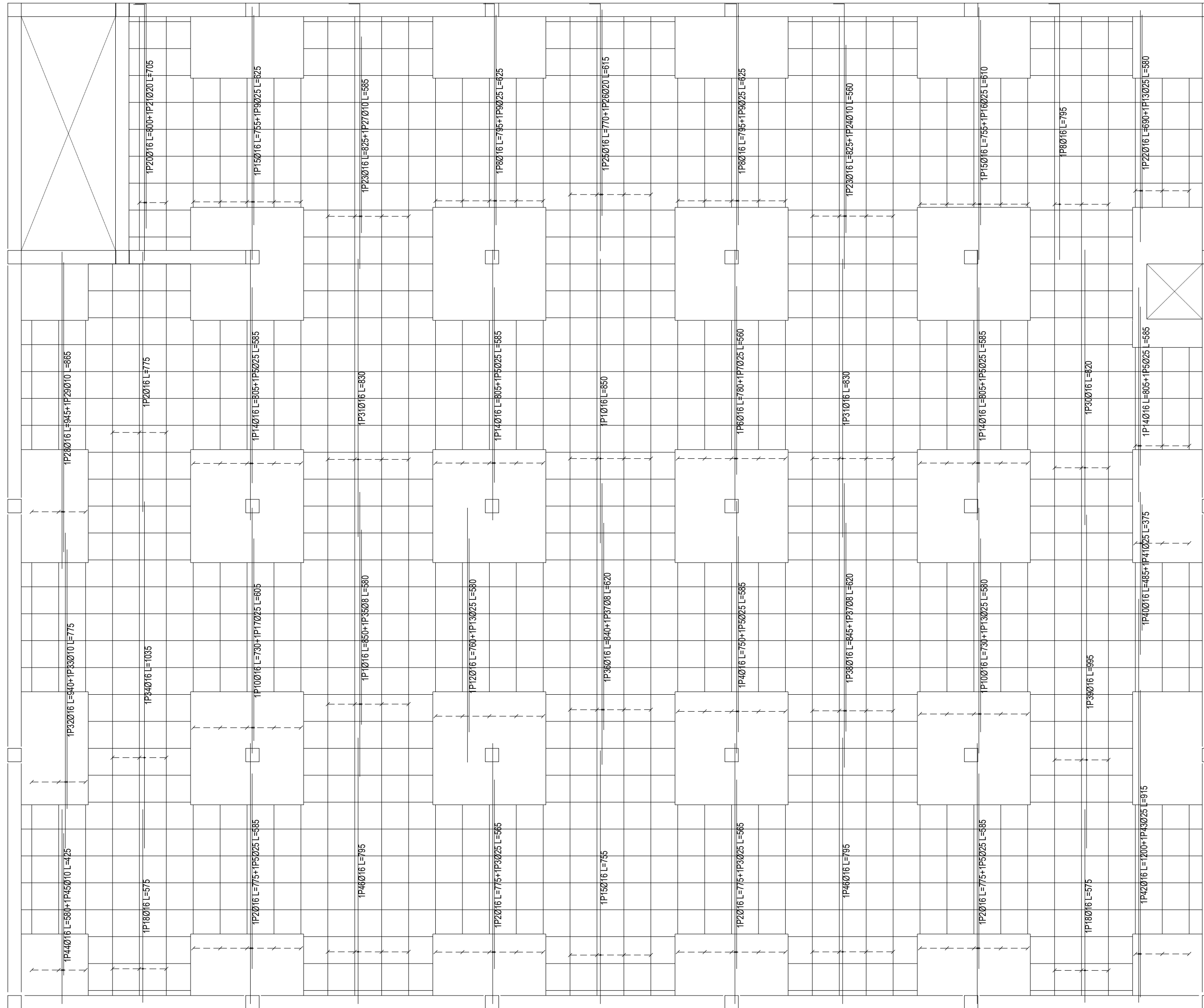
S/E



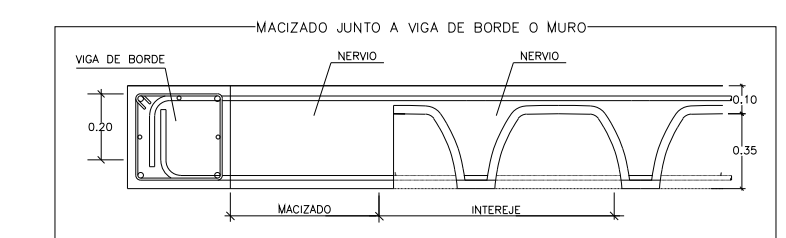
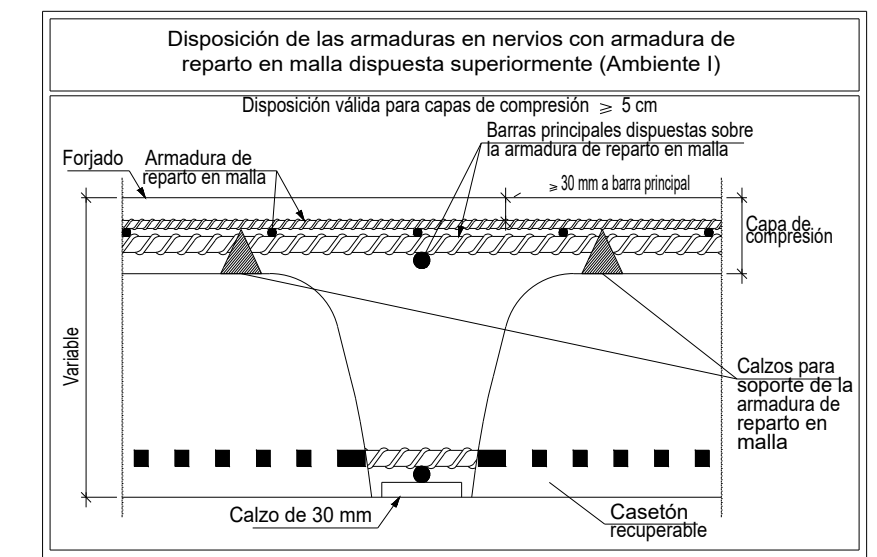
Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma \leq 1.50$ $\gamma \leq 1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna	Nº PLANO: HA.6
Comprobado: 07/2023			ESCALA: 1:100
ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.BAJA			



S/E



Características de los materiales.

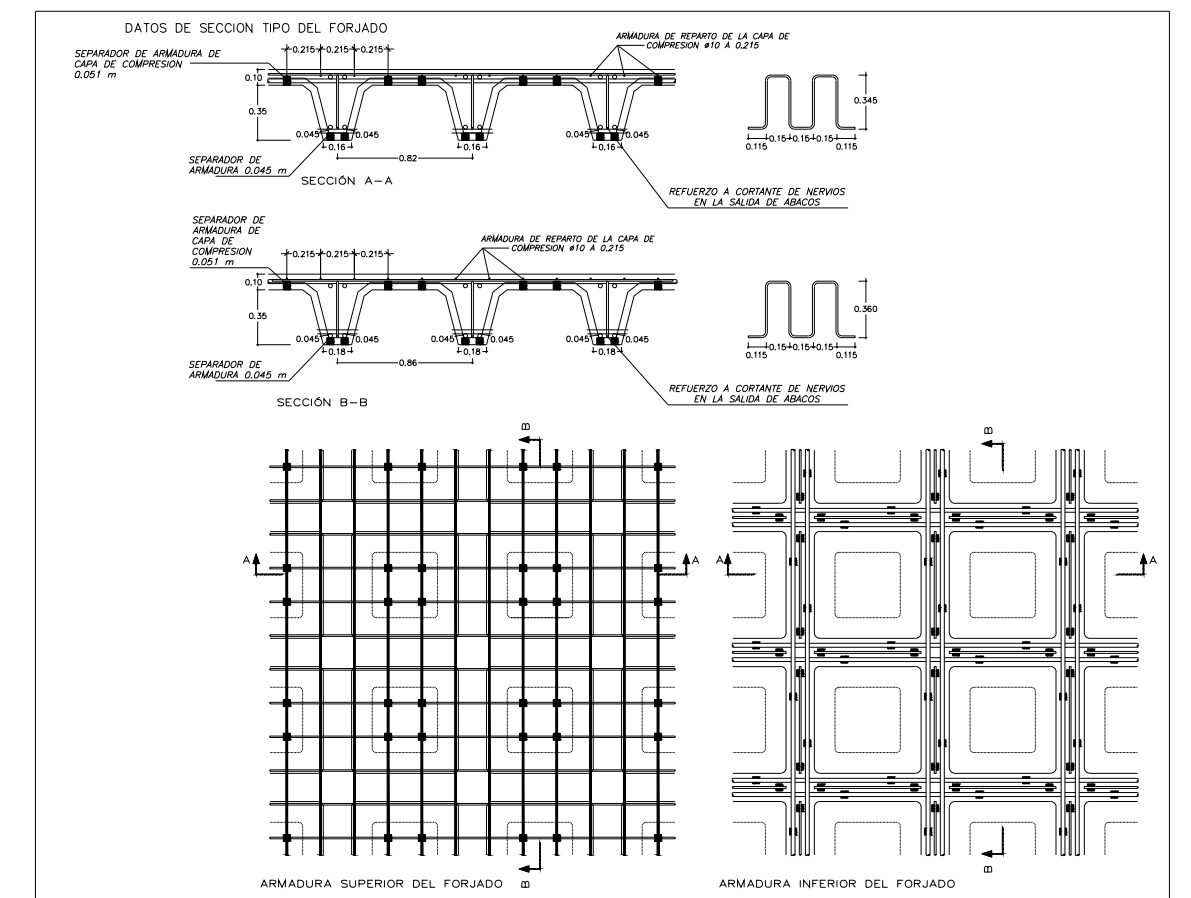
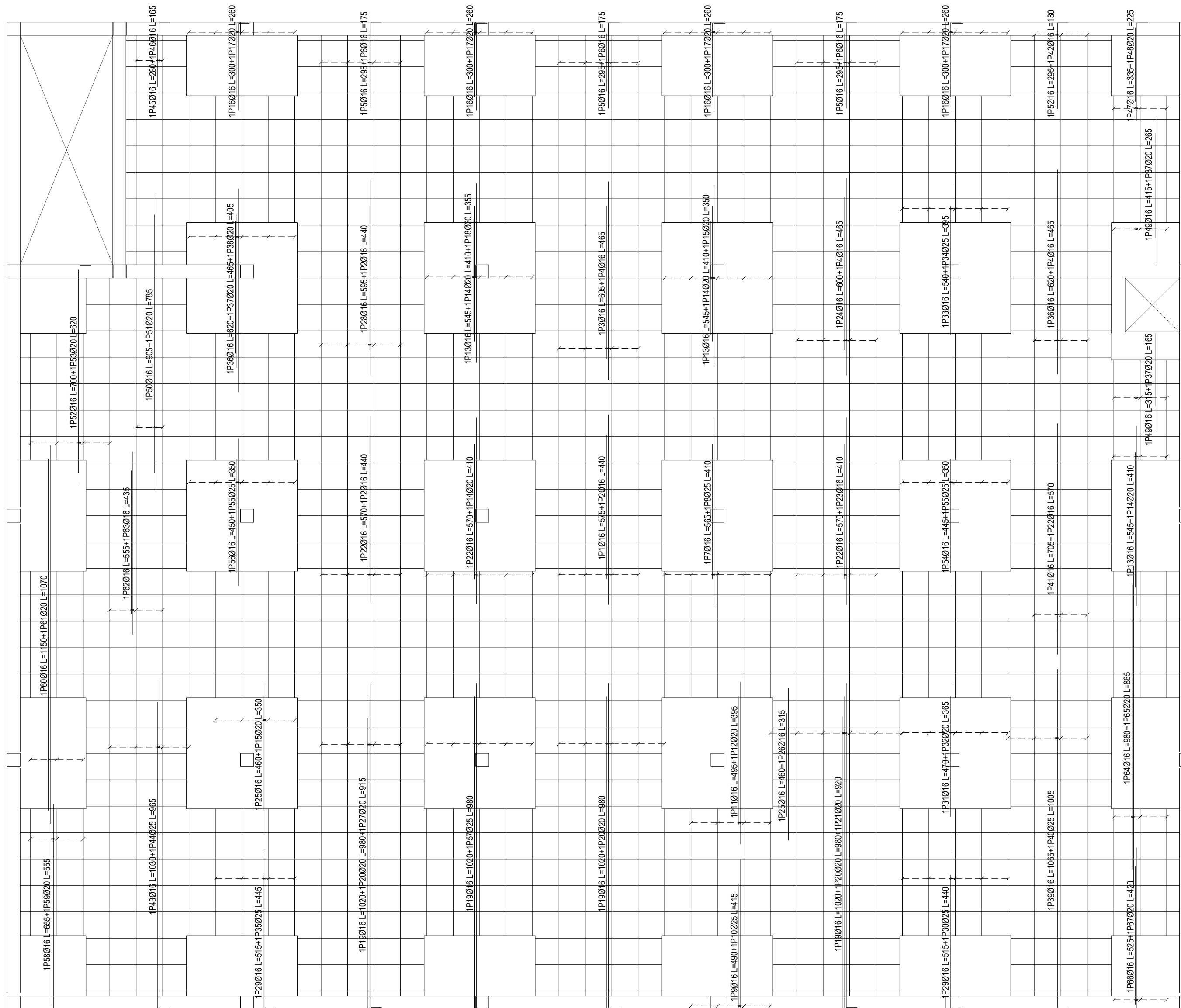
Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	γ c=1.50	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	γ c=1.50	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	γ c=1.50	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	γ G=1.30 γ Q=1.60	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

Datos del Forjado

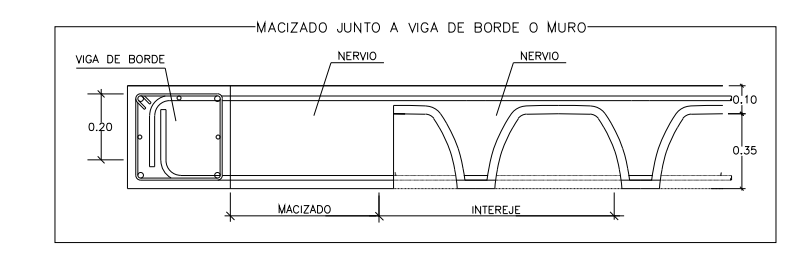
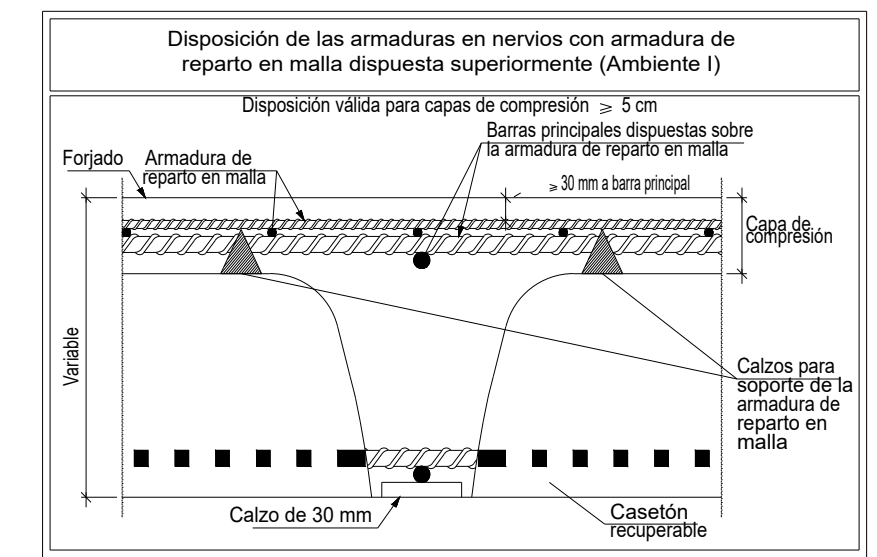
Cargas		Sección tipo del forjado	
Peso propio	5.54 KN/m ²	Armado superior + mallazo	Nervio
Sobrecarga de uso:	5 KN/m ²	Armado inferior	Capa de compresión
			Casetón recuperable

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

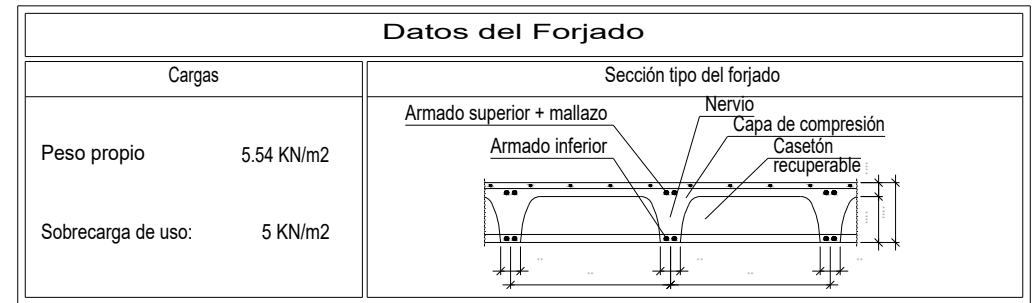
Autor: Nelson Gutiérrez Martín
 Comprobado: 07/2023
 ESCALA: 1:100
 Id. s. normas: UNE-EN-DIN
 Universidad de La Laguna
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
 Grado Ingeniería Mecánica
 Universidad de La Laguna
 Nº PLANO: HA.7



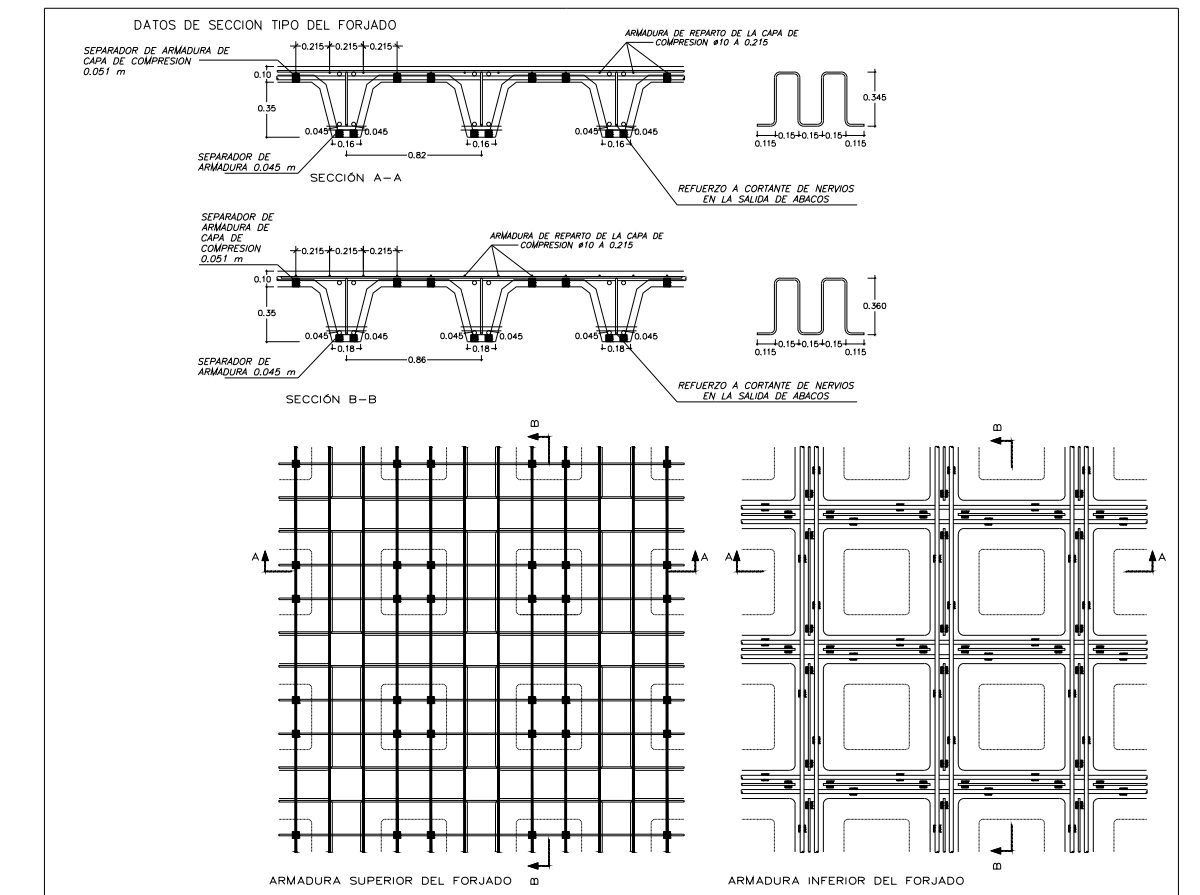
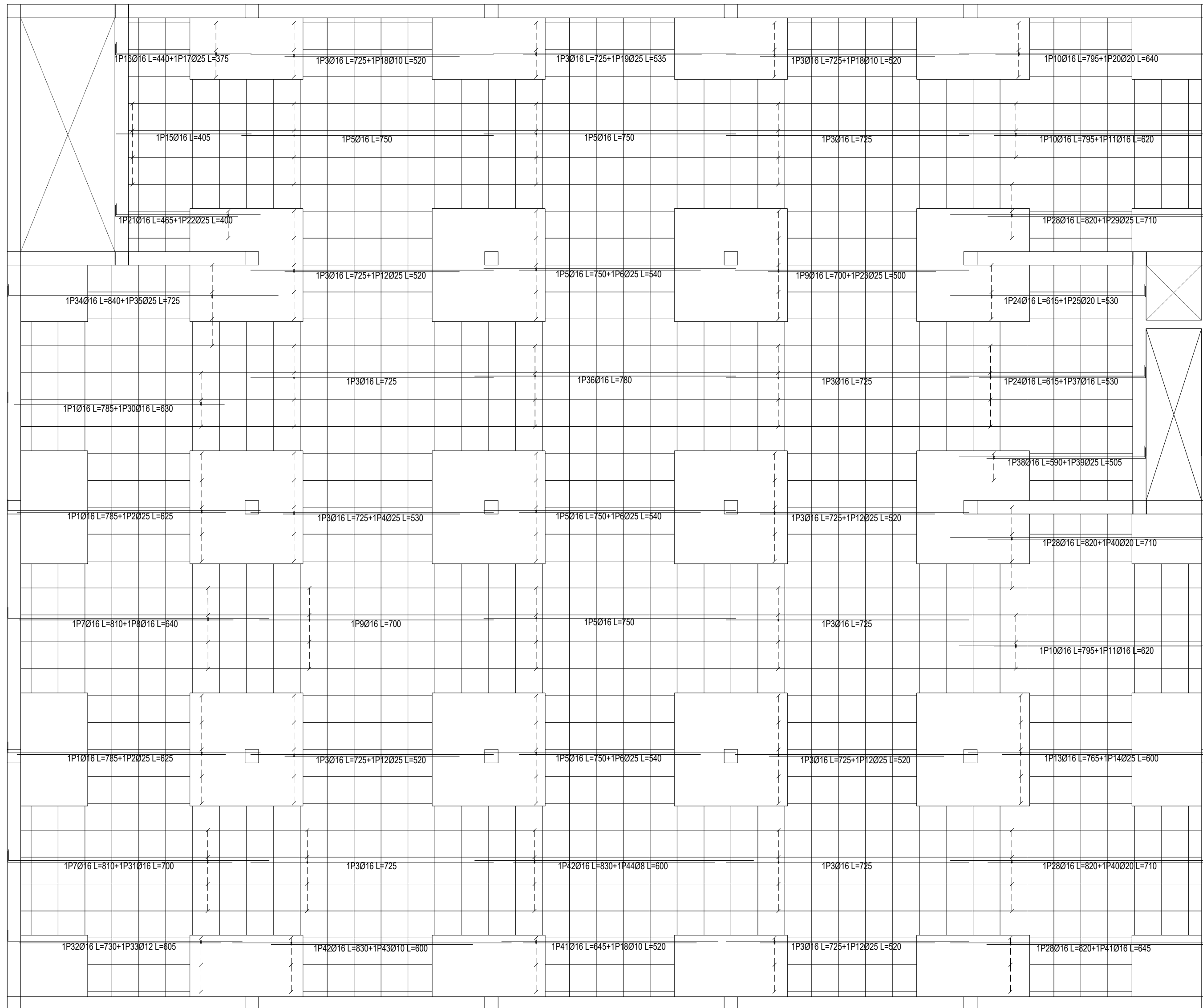
S/E



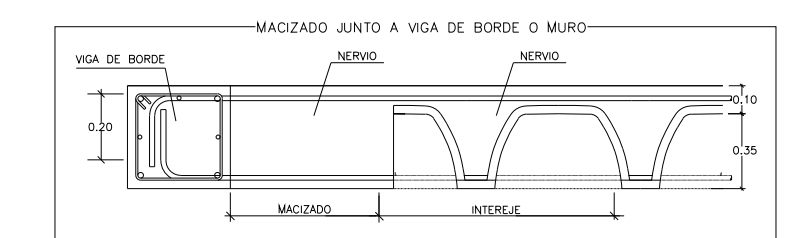
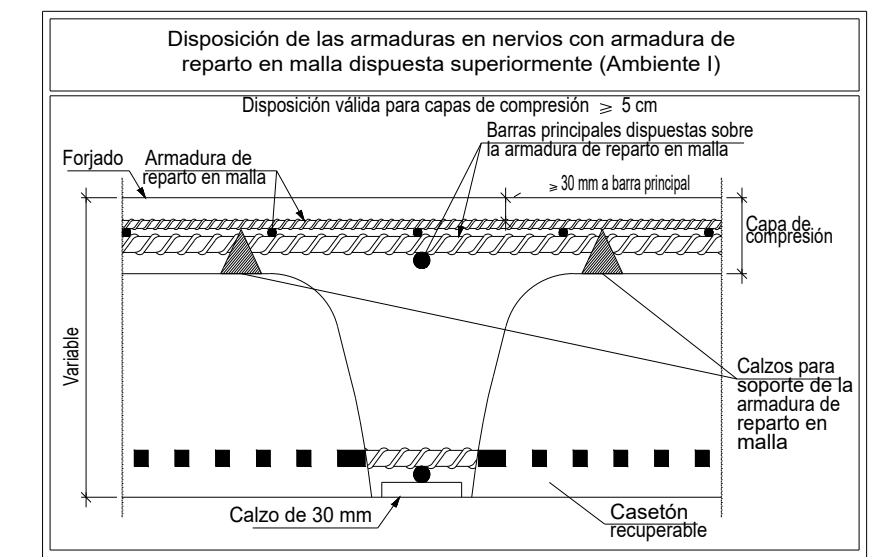
Características de los materiales.										
Materiales	Hormigón						Acero			
	Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Control	Coef. Ponde.	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control						Nivel Control			
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S	
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S	
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S	
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural							



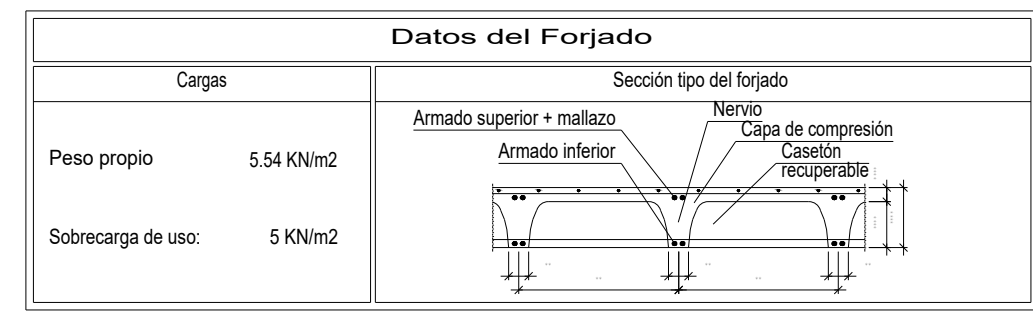
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2023			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.BAJA		Nº PLANO: HA.8



S/E



Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_Q=1.30$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Comprobado: 07/2023

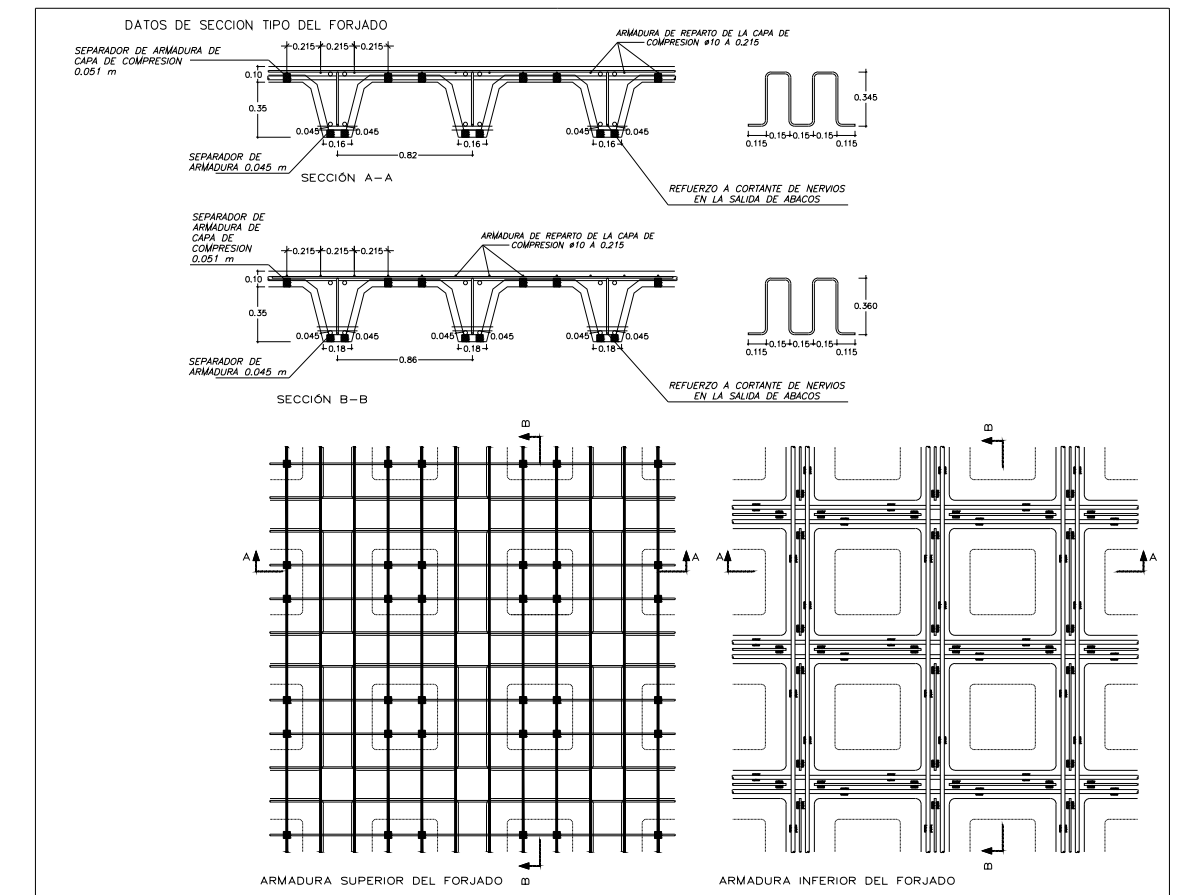
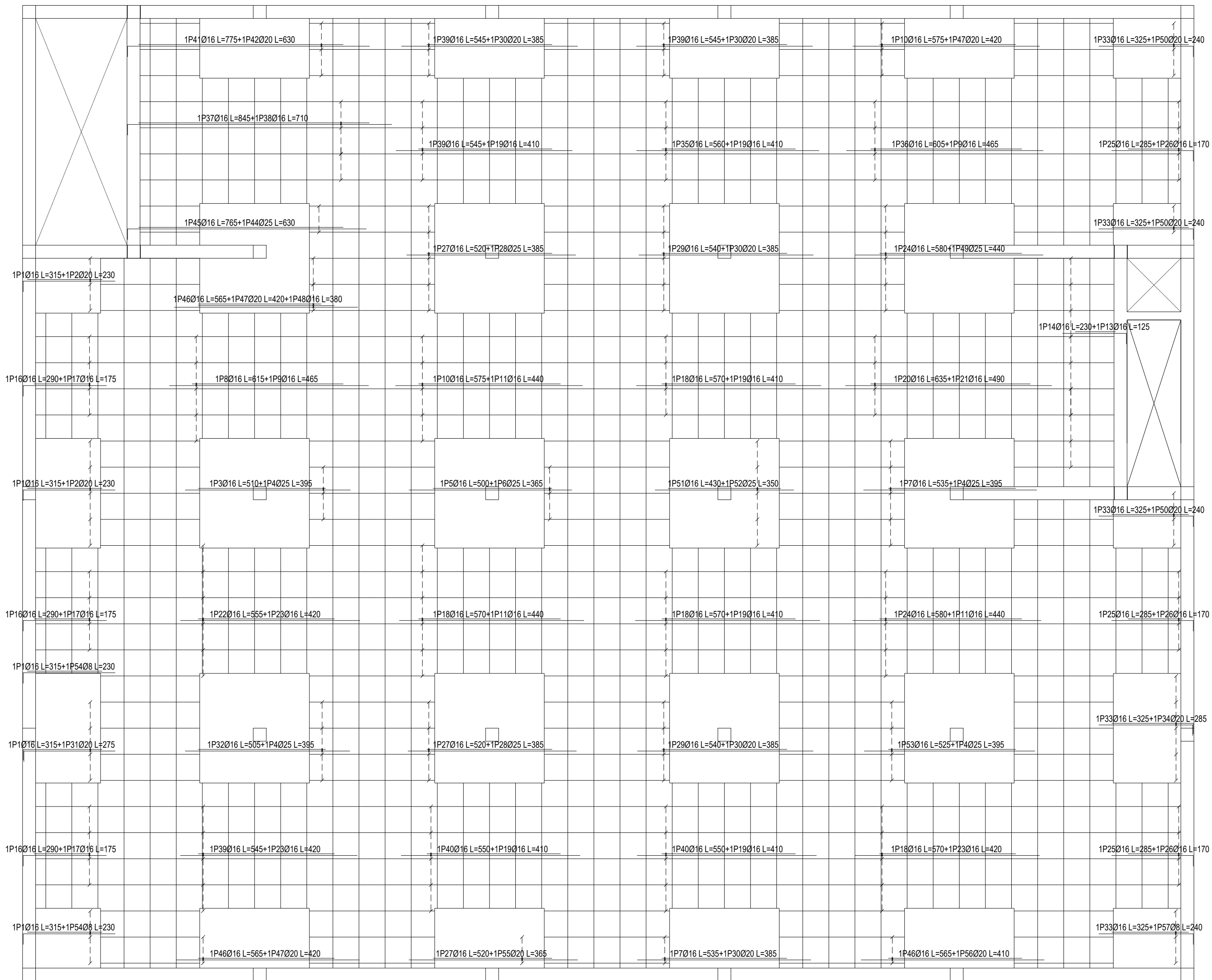
Id. s. normas: UNE-EN-DIN

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

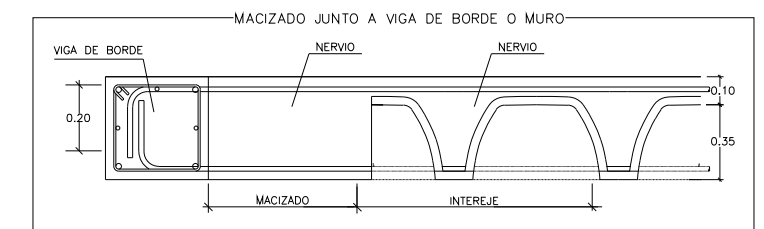
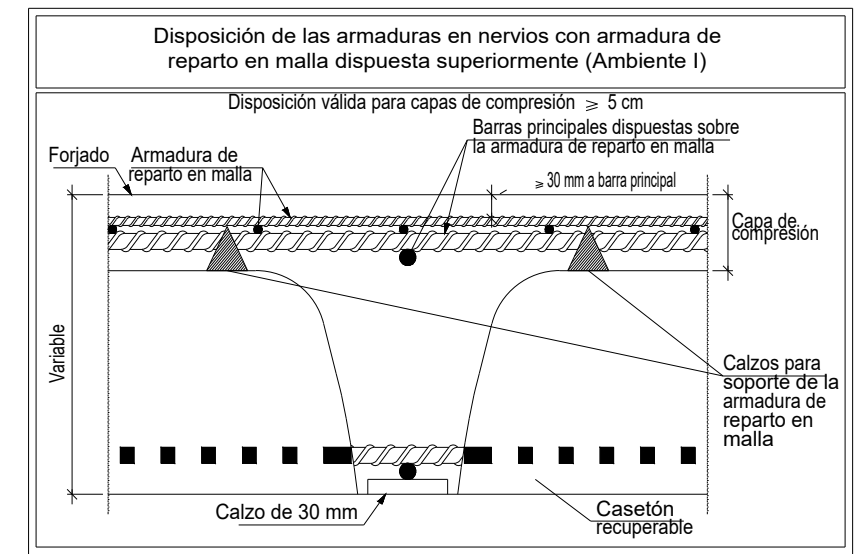
ESCALA: 1:100

ARM LONGITUDINAL INFERIOR P.ALTA

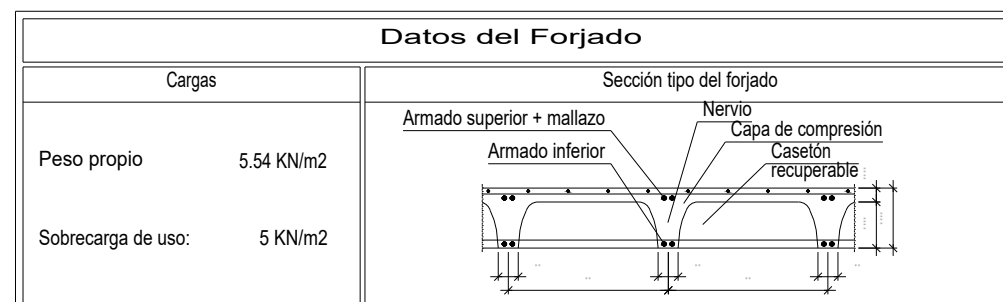
Nº PLANO: HA.9



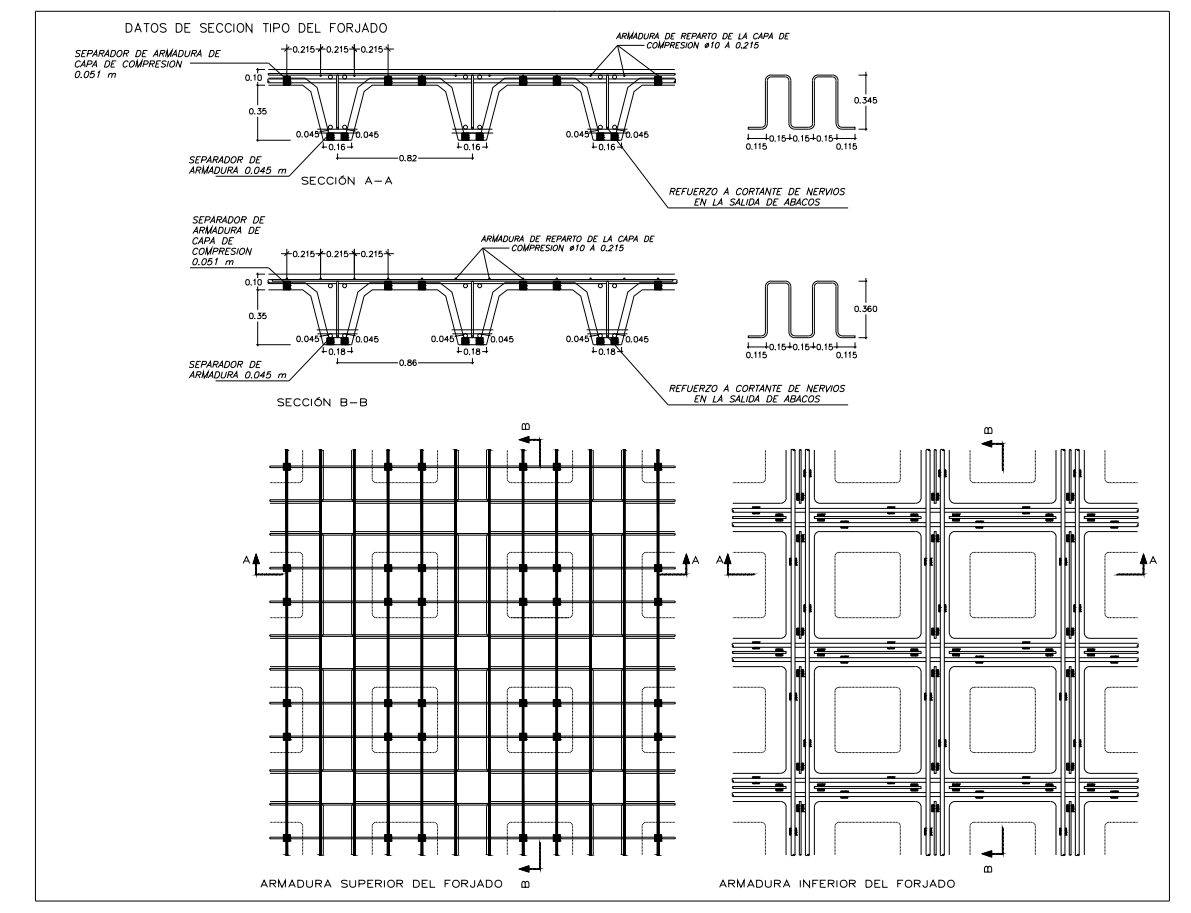
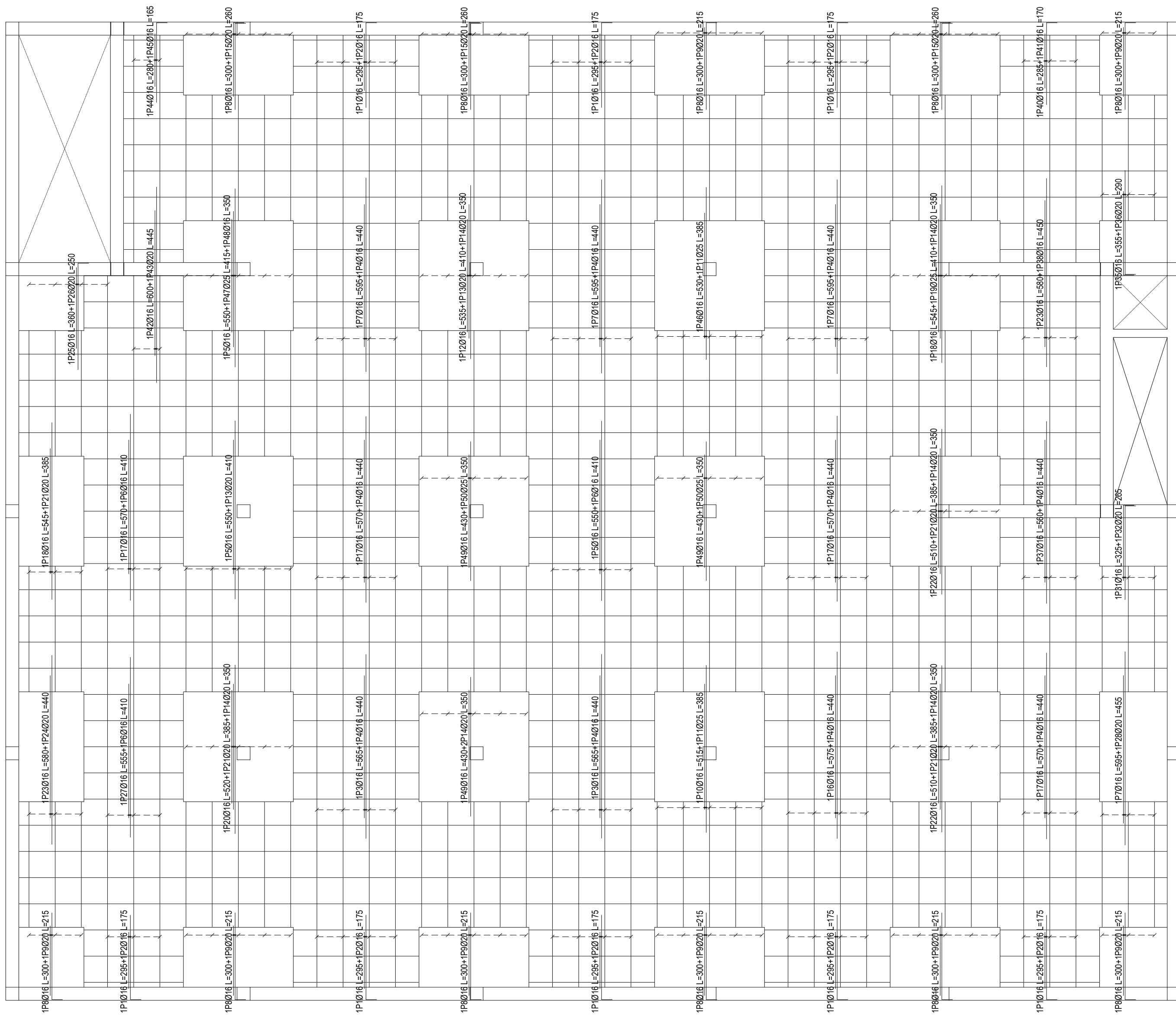
S/E



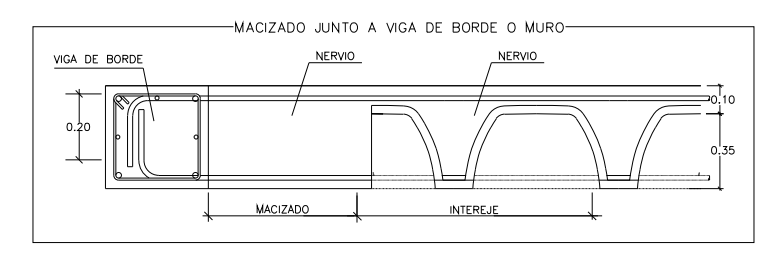
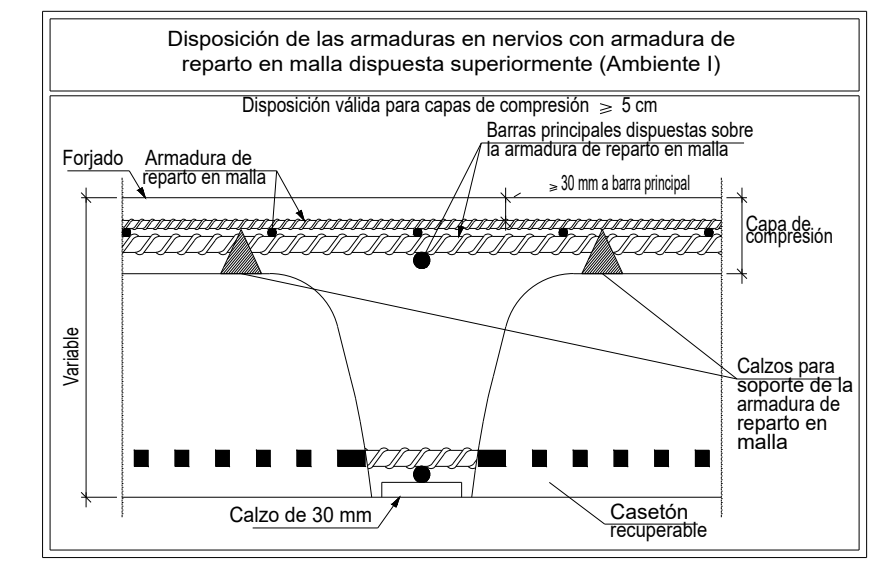
Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_Q=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						



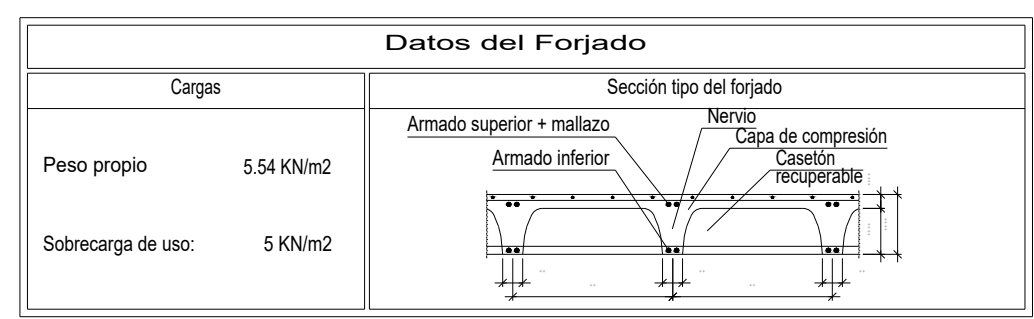
ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: 07/2023			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	ARM LONGITUDINAL SUPERIOR P.ALTA		Nº PLANO: HA.10



S/E



Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Comprobado: 07/2023

Id. s. normas: UNE-EN-DIN

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

ESCALA: 1:100

ARM TRANSVERSAL SUPERIOR P.ALTA

Nº PLANO: HA.12

P1=P6=P26=P27=P28=P29	P2=P3=P7=P12=P13=P18	P4=P5=P19=P24	P8=P11=P14=P17=P21=P22	P9=P10=P15=P16	P20	P23	P25	P30	
									PLANTA ALTA
									PLANTA BAJA
Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	Arm. Long.: 8Ø12 (400) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 305 a 400 10 10 60 a 305 17 15 0 a 60 10 6	
Arm. Long.: 8Ø12 (595) Arranque: 8Ø12 (150) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 16Ø12 (595) Arranque: 16Ø12 (170) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 0 a 455 75 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 4Ø20+4Ø16 Longitudes: (605)+(580) Arranque: 4Ø20+4Ø16 Longitudes: (210)+(190) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 455 75 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 4Ø20+4Ø12 Longitudes: (605)+(580) Arranque: 4Ø20+4Ø12 Longitudes: (160)+(135) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 4Ø16+4Ø12 Longitudes: (590)+(580) Arranque: 4Ø16+4Ø12 Longitudes: (145)+(135) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 4Ø20+12Ø12 Longitudes: (605)+(580) Arranque: 4Ø20+12Ø12 Longitudes: (160)+(135) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 8Ø20 (605) Arranque: 8Ø20 (160) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 14 30 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 8Ø12 (595) Arranque: 8Ø12 (150) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 50 8 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	Arm. Long.: 4Ø16+4Ø12 Longitudes: (595)+(595) Arranque: 4Ø16+4Ø12 Longitudes: (190)+(150) Estribos: Ø6 Intervalo (cm) Nº Separación (cm) 455 a 550 10 10 60 a 455 27 15 0 a 60 10 6 Arranque 3 -	CIMENTACIÓN

Características de los materiales.

Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Id. s. normas:

UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

Universidad de La Laguna

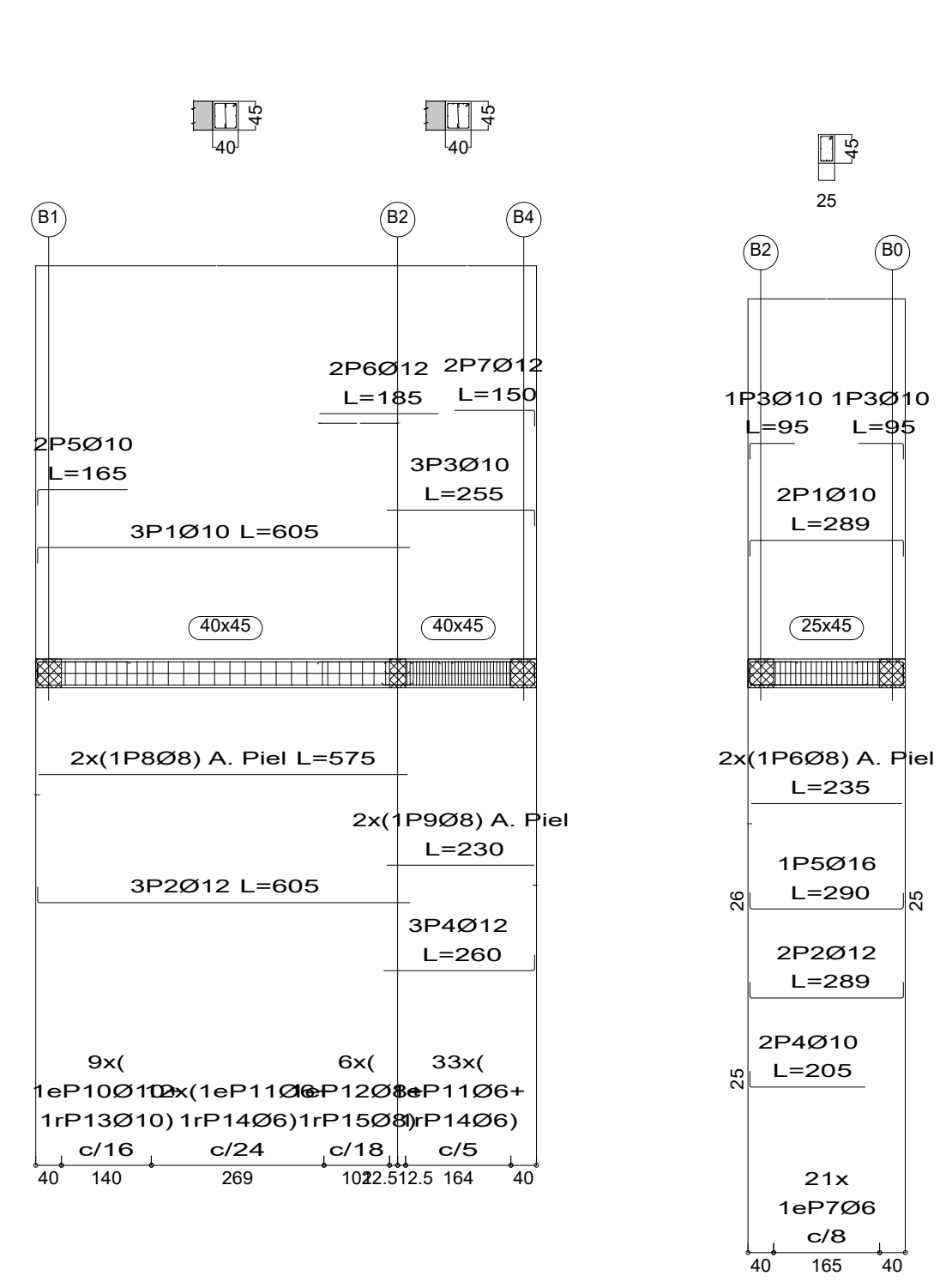
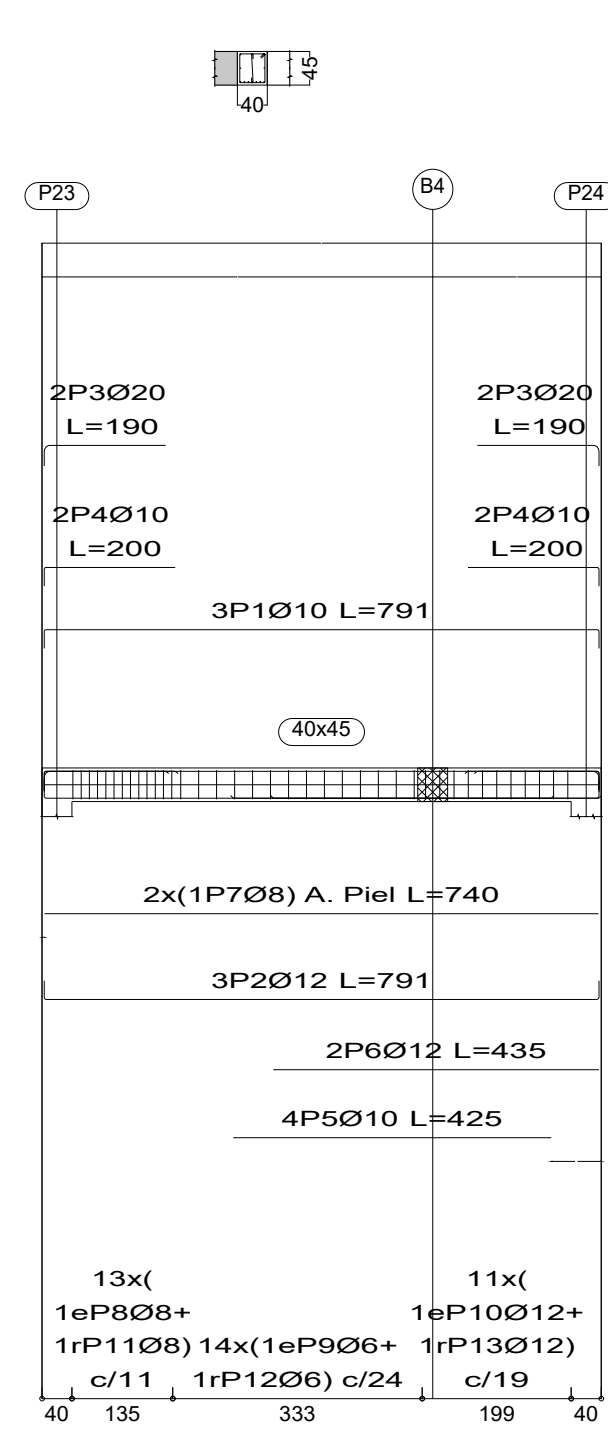
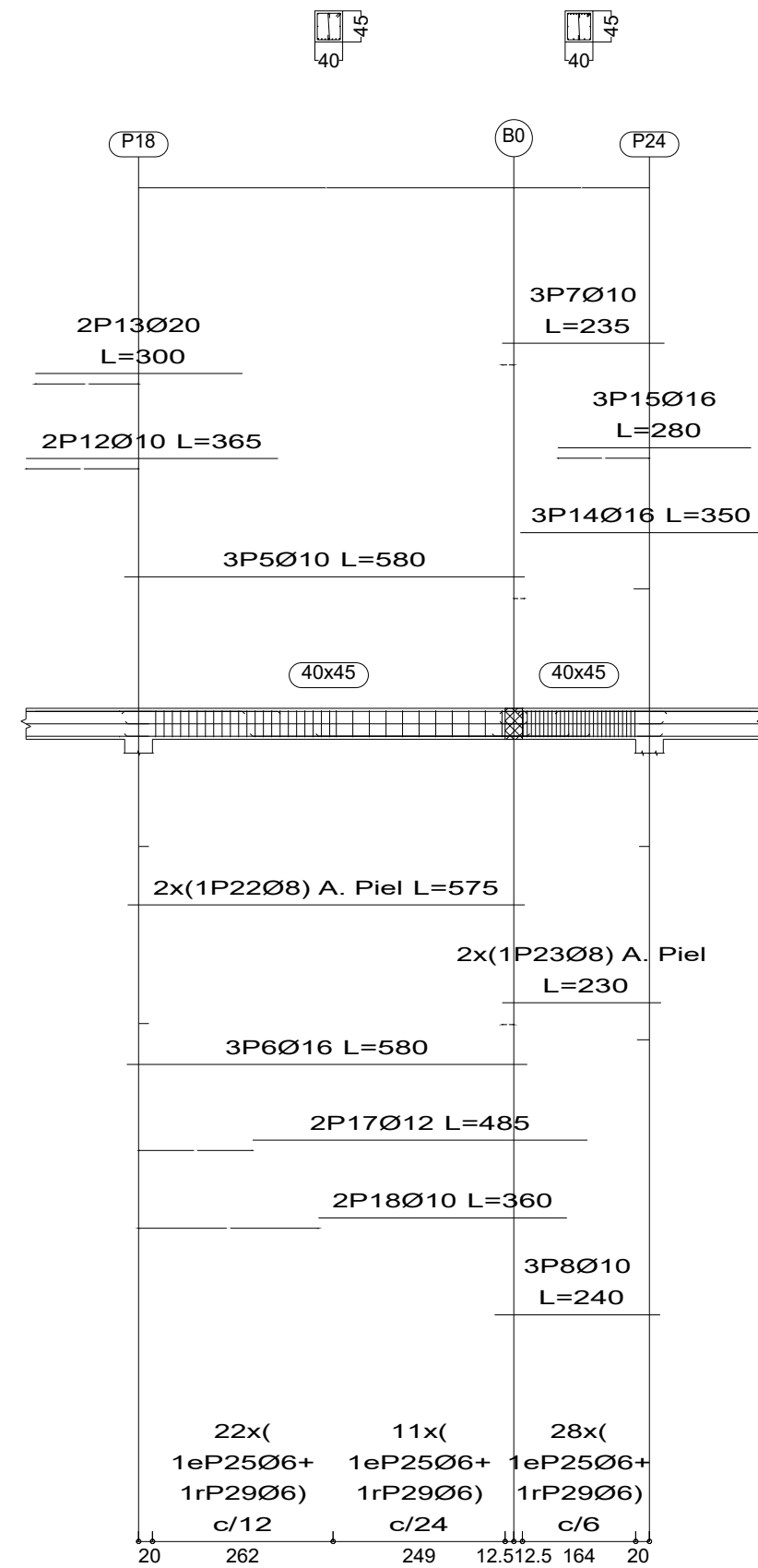
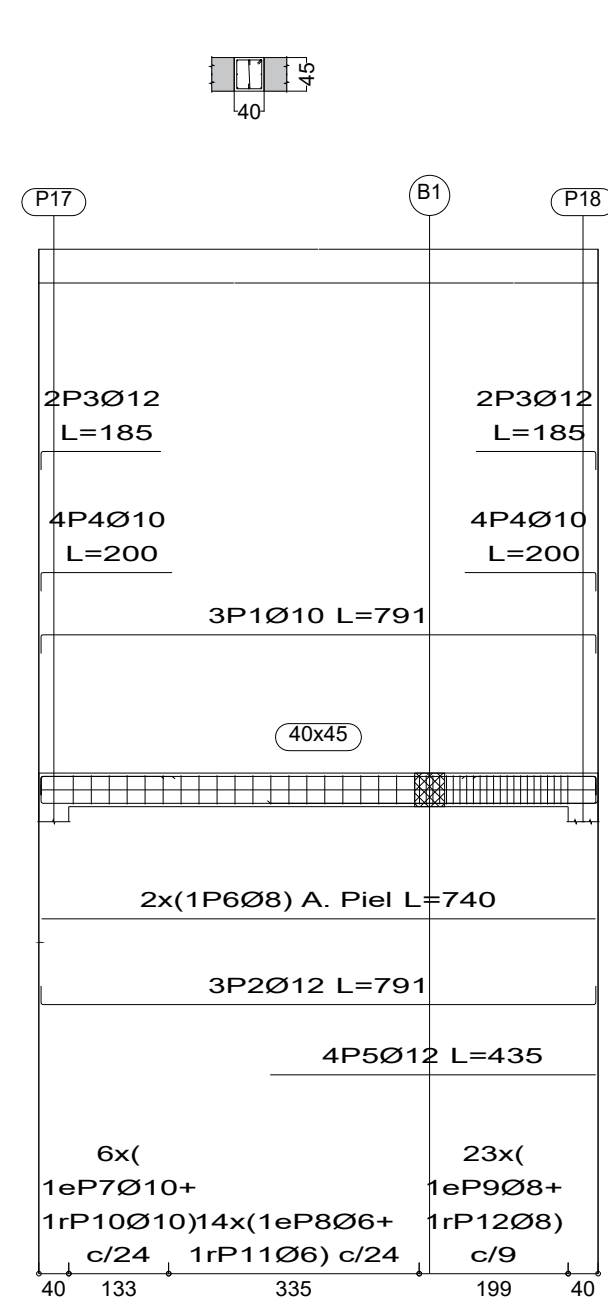
ESCALA:

1:100

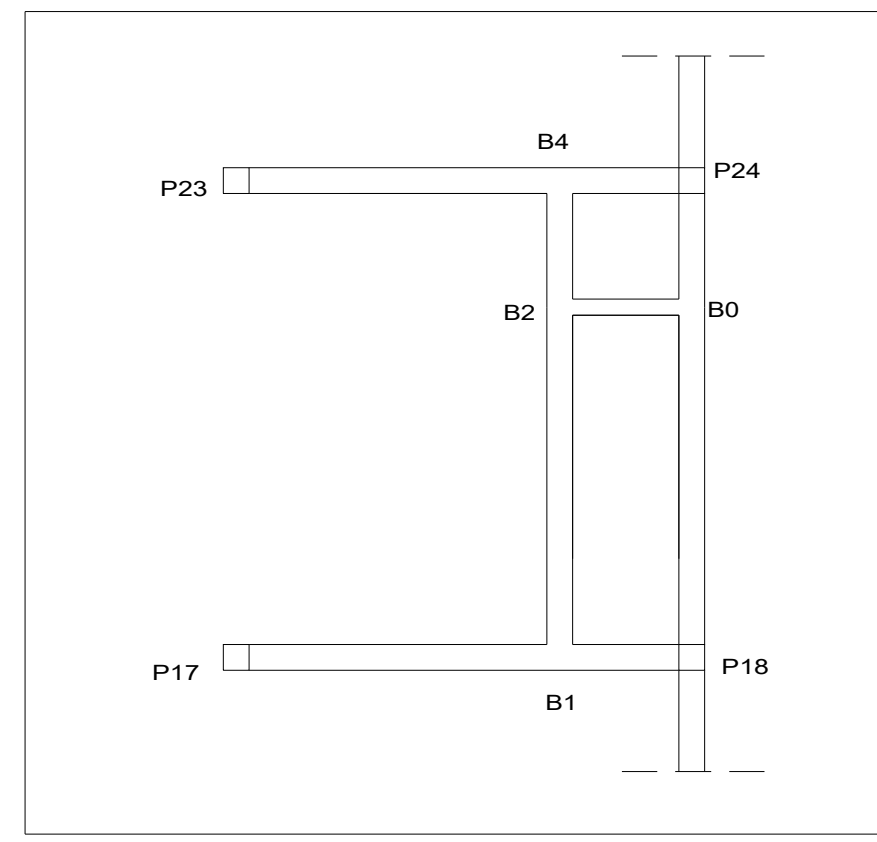
CUADRO DE PILARES

Nº PLANO:

HA.13



Características de los materiales.										
Materiales	Hormigón						Acero			
	Control			Características			Control		Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	
FORJADO RETICULAR	Estadístico	γ c=1.50	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S	
VIGAS Y MUROS	Estadístico	γ c=1.50	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S	
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	γ c=1.50	HA- 30	Fluïda (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	γ s=1.15	B500S	
Ejecución (Acciones)	Normal	γ G=1.50 γ Q=1.60	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural							



LONGITUDES DE LAS VIGAS EN METROS
 DIMENSIONES DE LAS VIGAS EN CENTÍMETROS
 LONGITUDES DE LAS BARRAS EN CENTÍMETROS
 DIÁMETROS DE LAS BARRAS EN MILÍMETROS

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

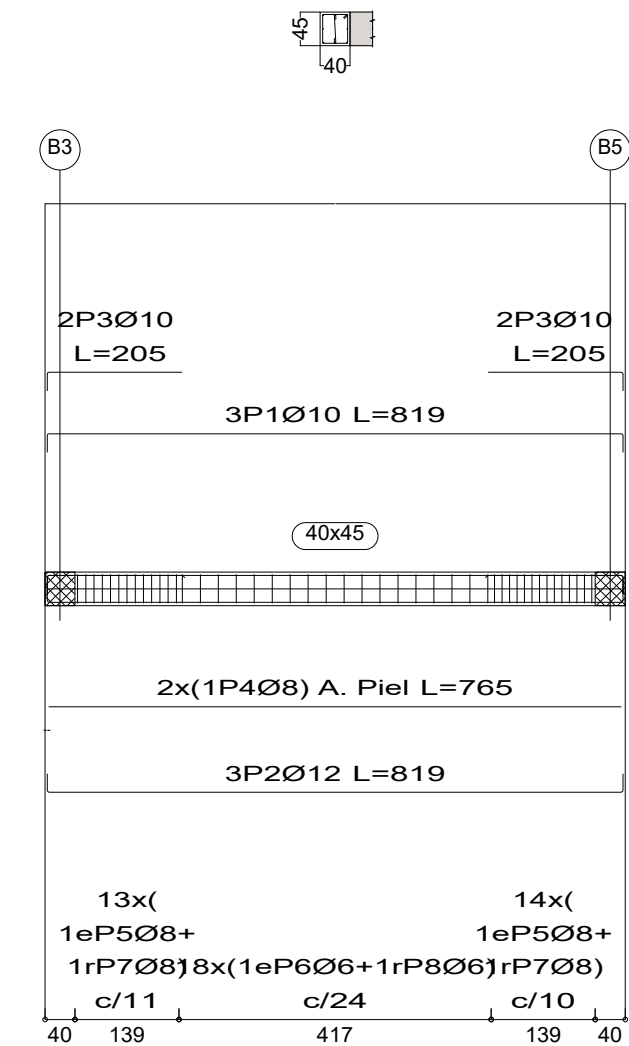
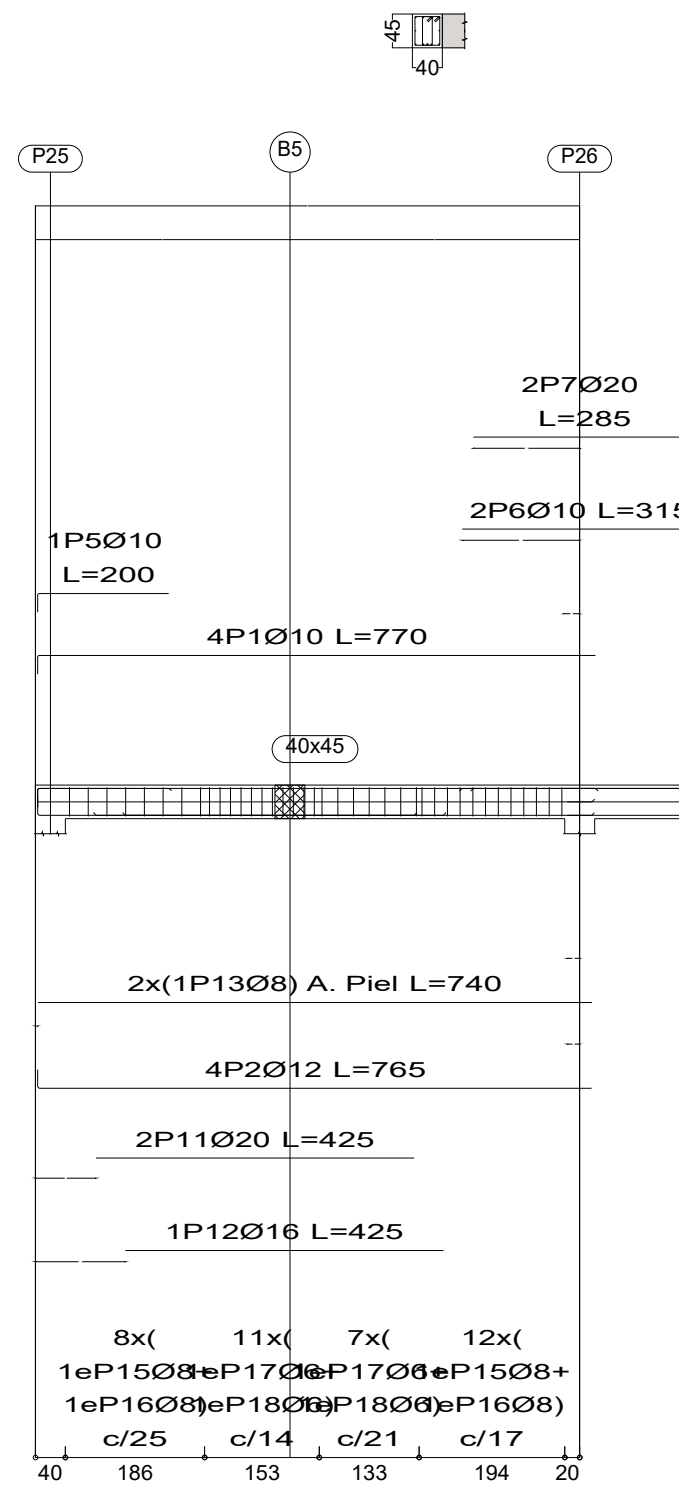
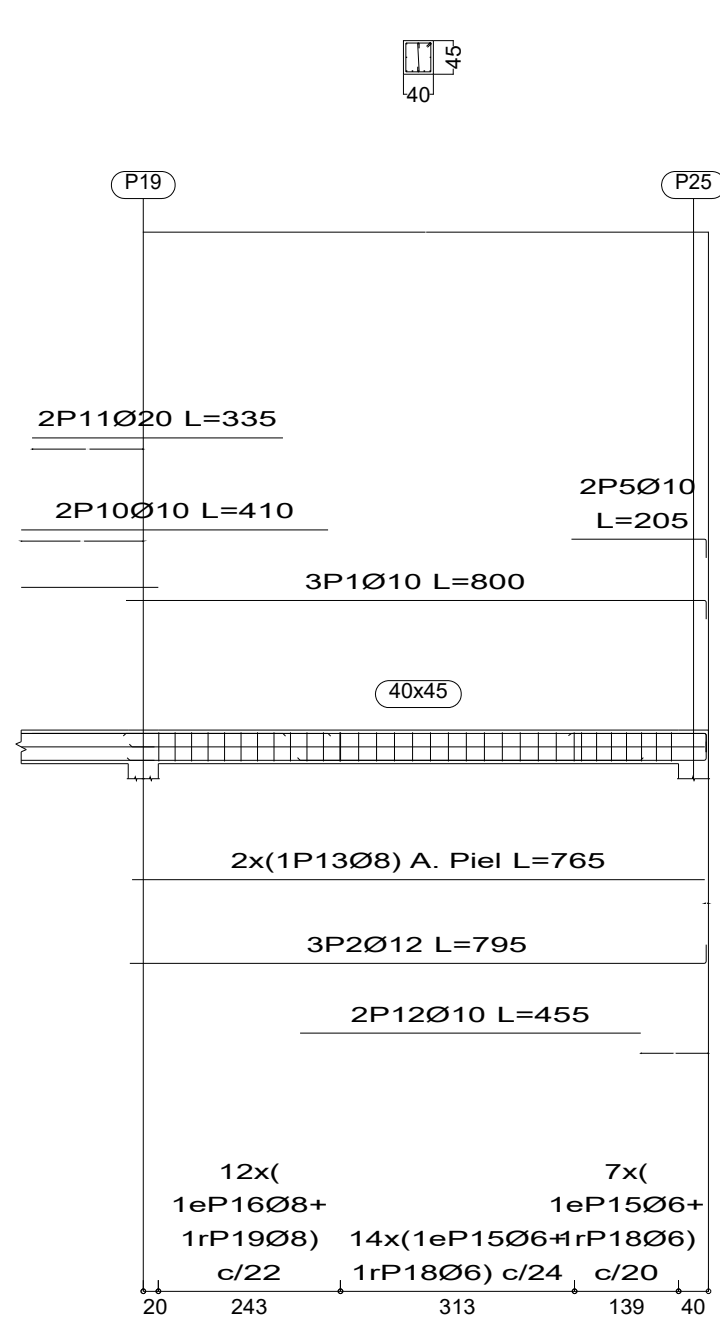
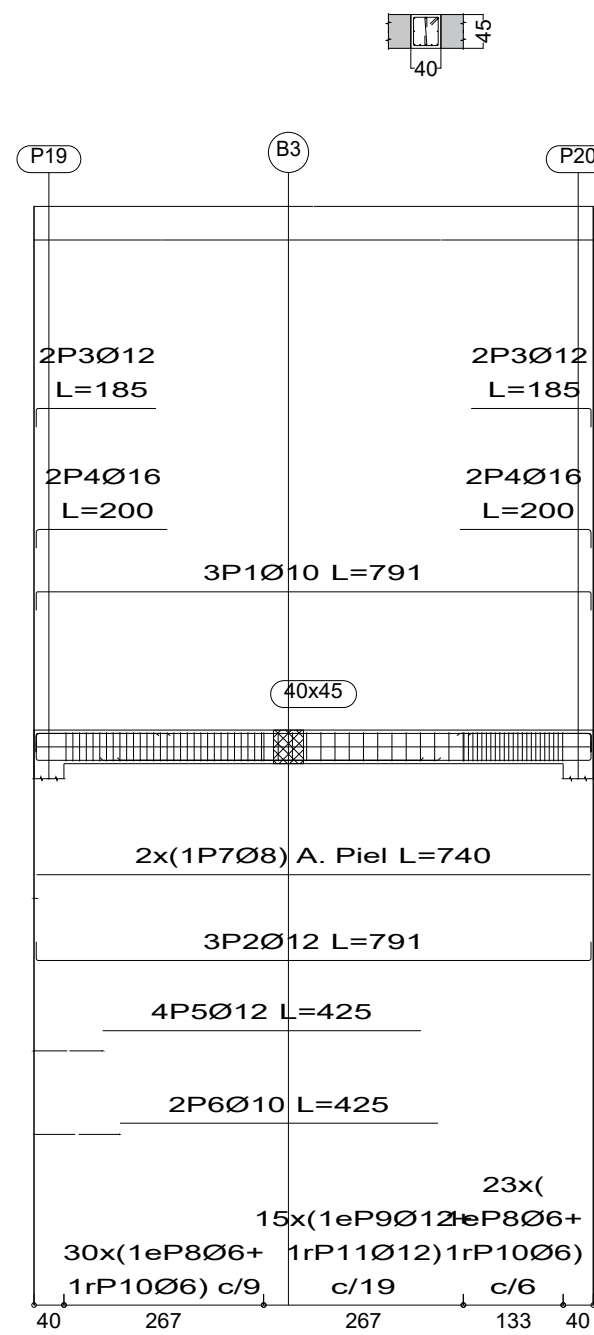
Autor: Nelson Gutiérrez Martín | Id. s. normas: UNE-EN-DIN | Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

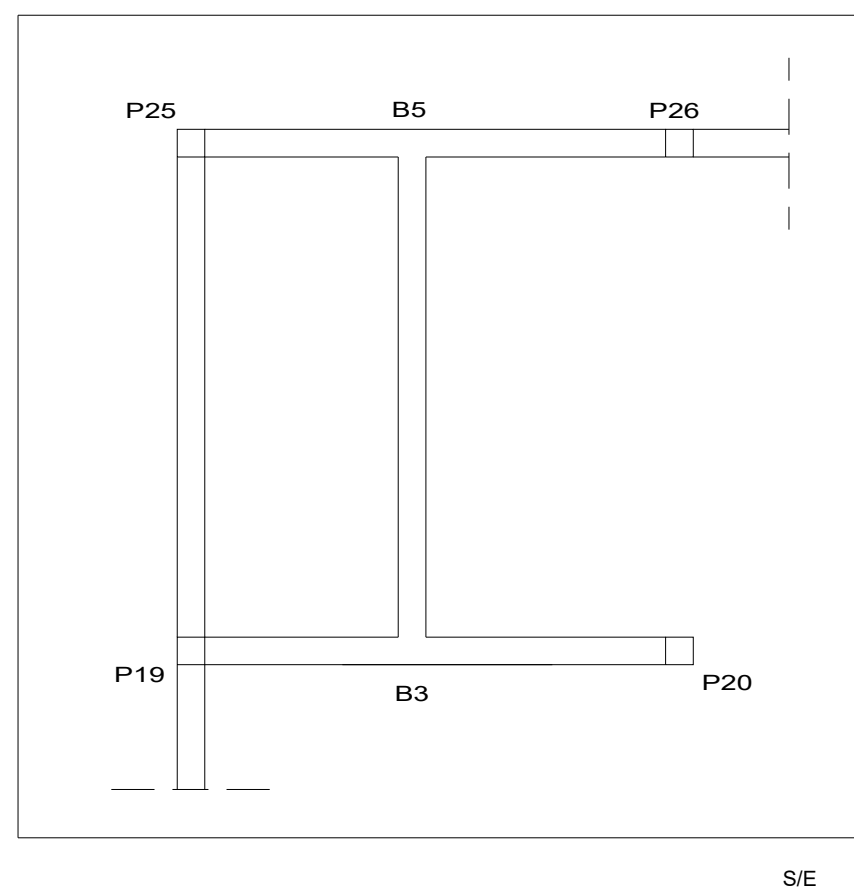
ESCALA: 1:100

VIGAS DE HUECO 1

Nº PLANO: HA.14



Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control	Características					Control	Características	
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma \leq 1.50$	HA-30	Fluida (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma \leq 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma \leq 1.50$ $\gamma \leq 1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

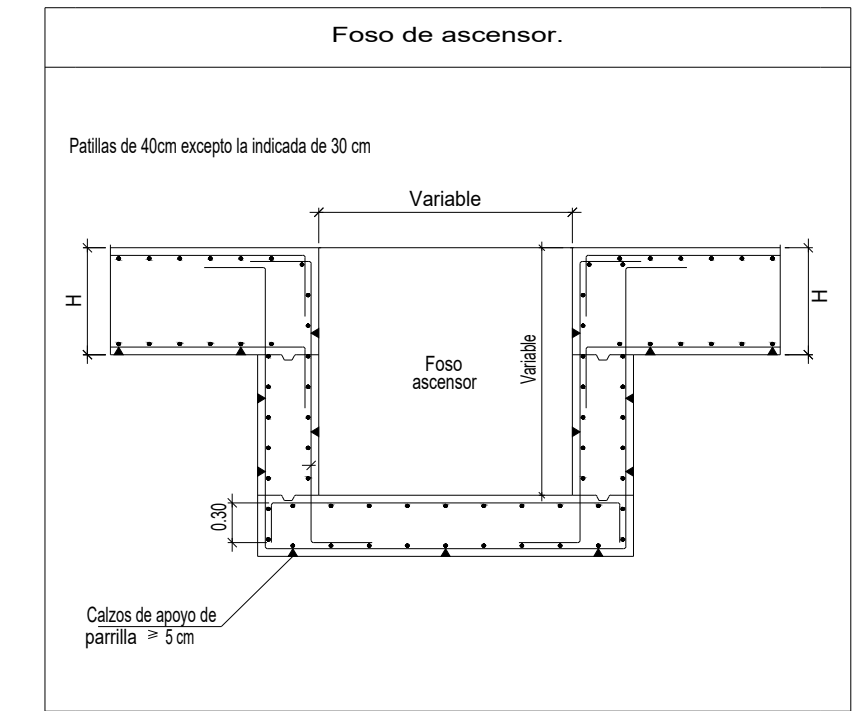
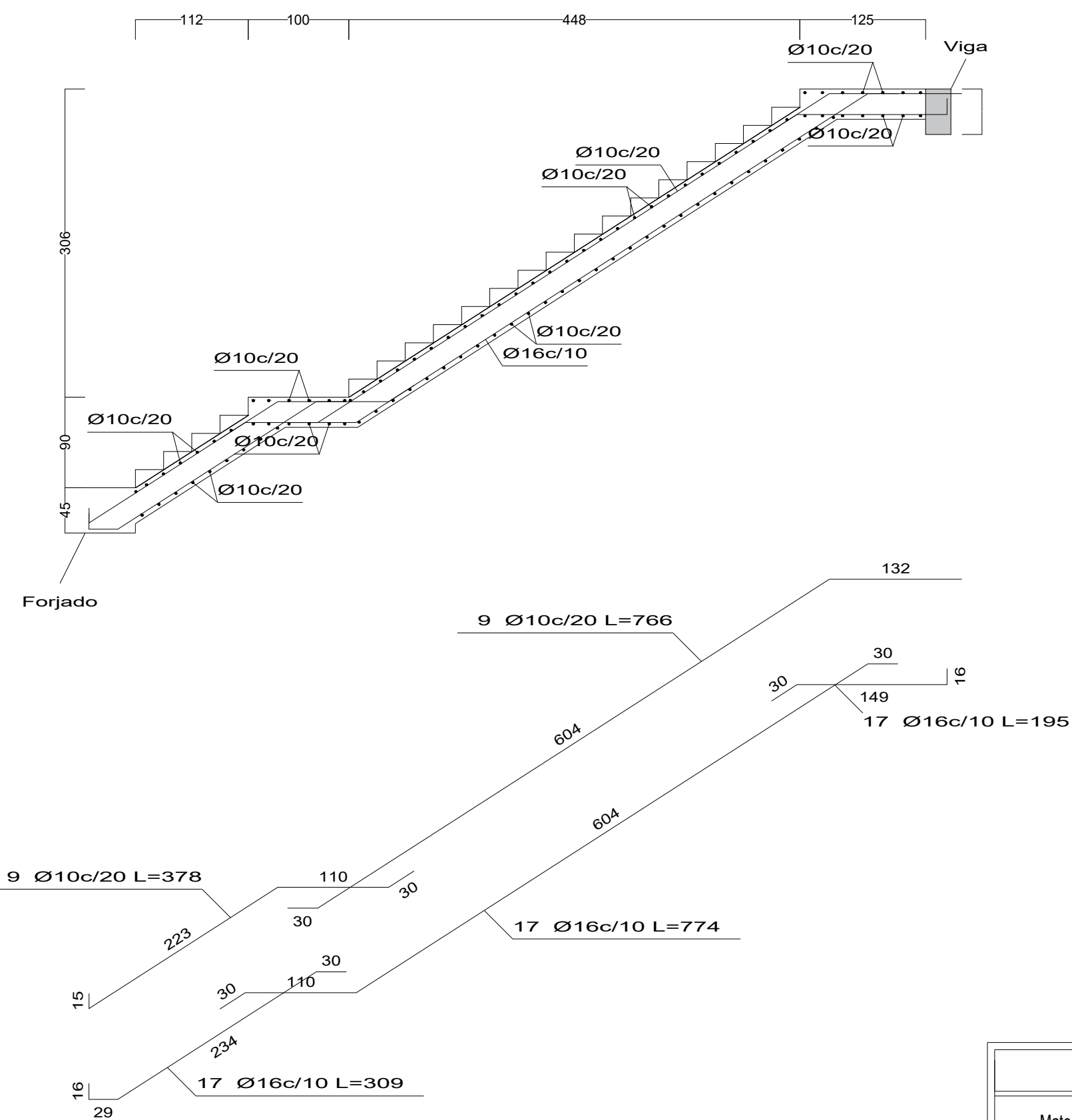


LONGITUDES DE LAS VIGAS EN METROS
 DIMENSIONES DE LAS VIGAS EN CENTÍMETROS
 LONGITUDES DE LAS BARRAS EN CENTÍMETROS
 DIÁMETROS DE LAS BARRAS EN MILÍMETROS

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	ESCALA: 1:100		Nº PLANO: HA.15
VIGAS DE HUECO 2			

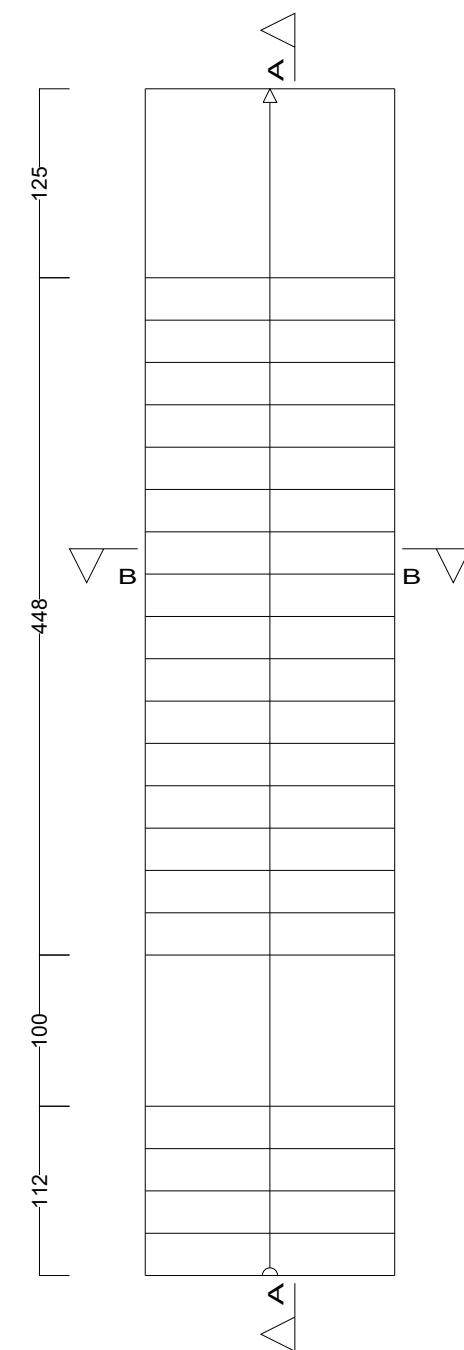
Tramo 1		
Geometría	Ámbito	1.650 m
	Espesor	0.30 m
	Huella	0.280 m
	Contrahuella	0.180 m
	Desnivel que salva	3.96 m
	Nº de escalones	22
	Planta final	planta alta
Cargas	Planta inicial	planta baja
	Peso propio	7.36 kN/m ²
	Peldañeado (Hormigonado con la losa)	1.86 kN/m ²
	Solado	1.00 kN/m ²
	Barandillas	1.00 kN/m
Materiales	Sobrecarga de uso	3.00 kN/m ²
	Hormigón	HA-30, Yc=1.5
	Acero	B 500 S, Ys=1.15
	Rec. geométrico	3.0 cm

Sección A-A

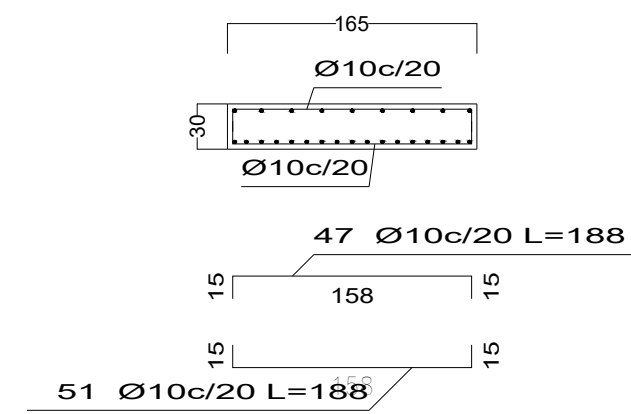


PLANO ILUSTRATIVO VÁLIDO PARA LOS DOS ASCENSORES DEL EDIFICIO

S/E



Sección B-B



Características de los materiales.									
Materiales	Hormigón						Acero		
	Control		Características				Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
FORJADO RETICULAR	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
VIGAS Y MUROS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
PILARES Y ESCALERAS	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA- 30	Fluída (9-16 cm)	20 mm	XC4	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_Q=1.50$ $\gamma_Q=1.60$	Adaptado a la Instrucción del Código Estructural						

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL

Autor: Nelson Gutiérrez Martín

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



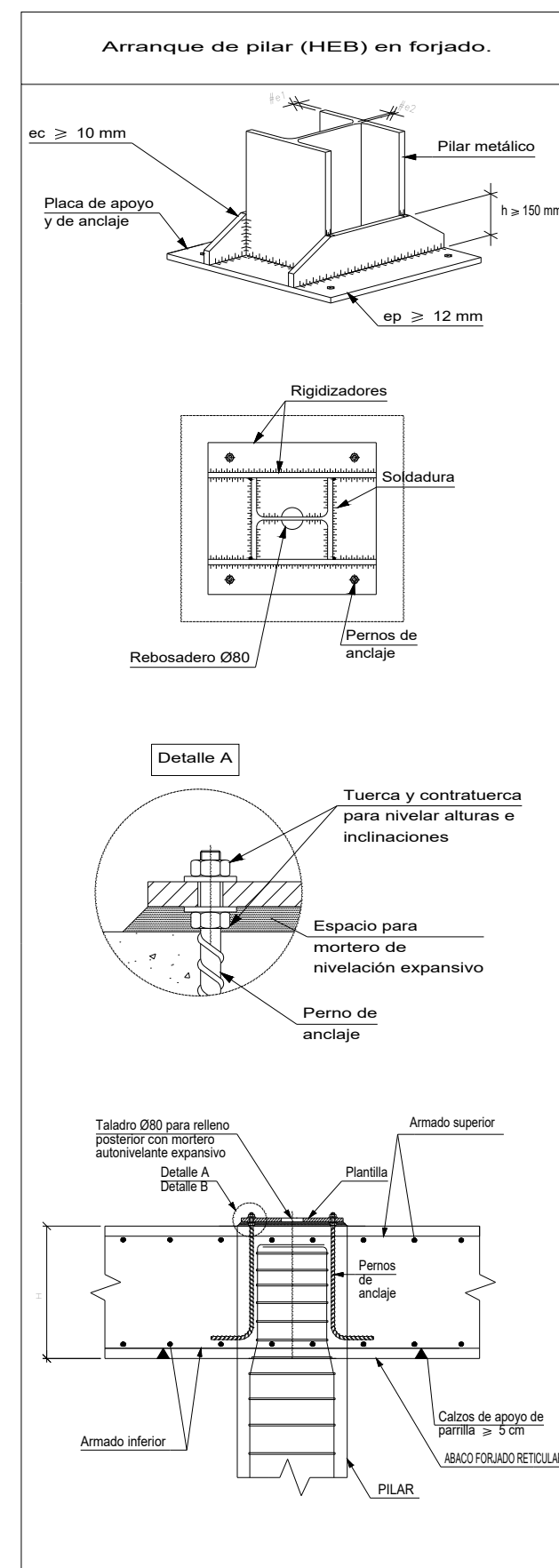
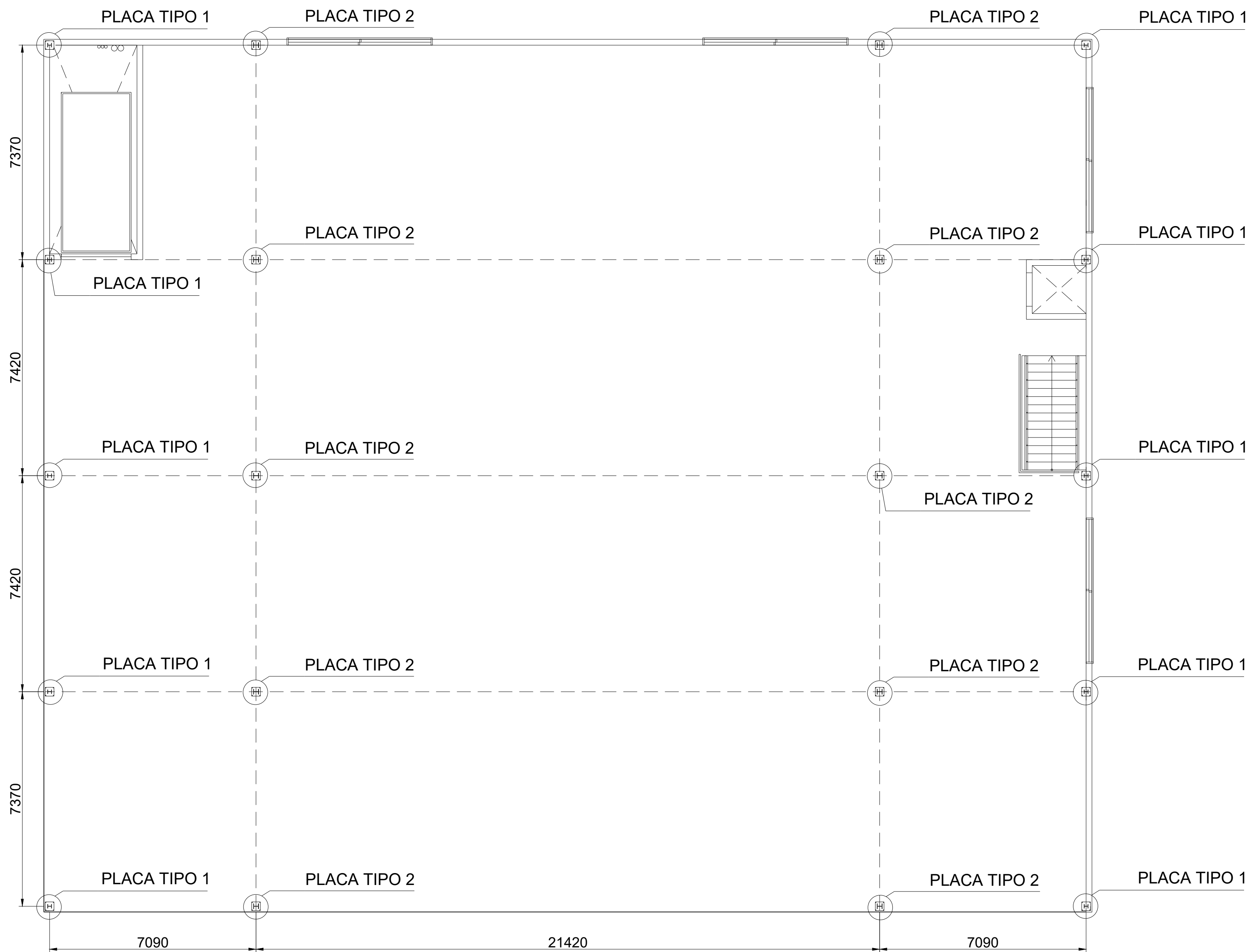
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

Comprobado: 07/2023

ESCALA:
1:50

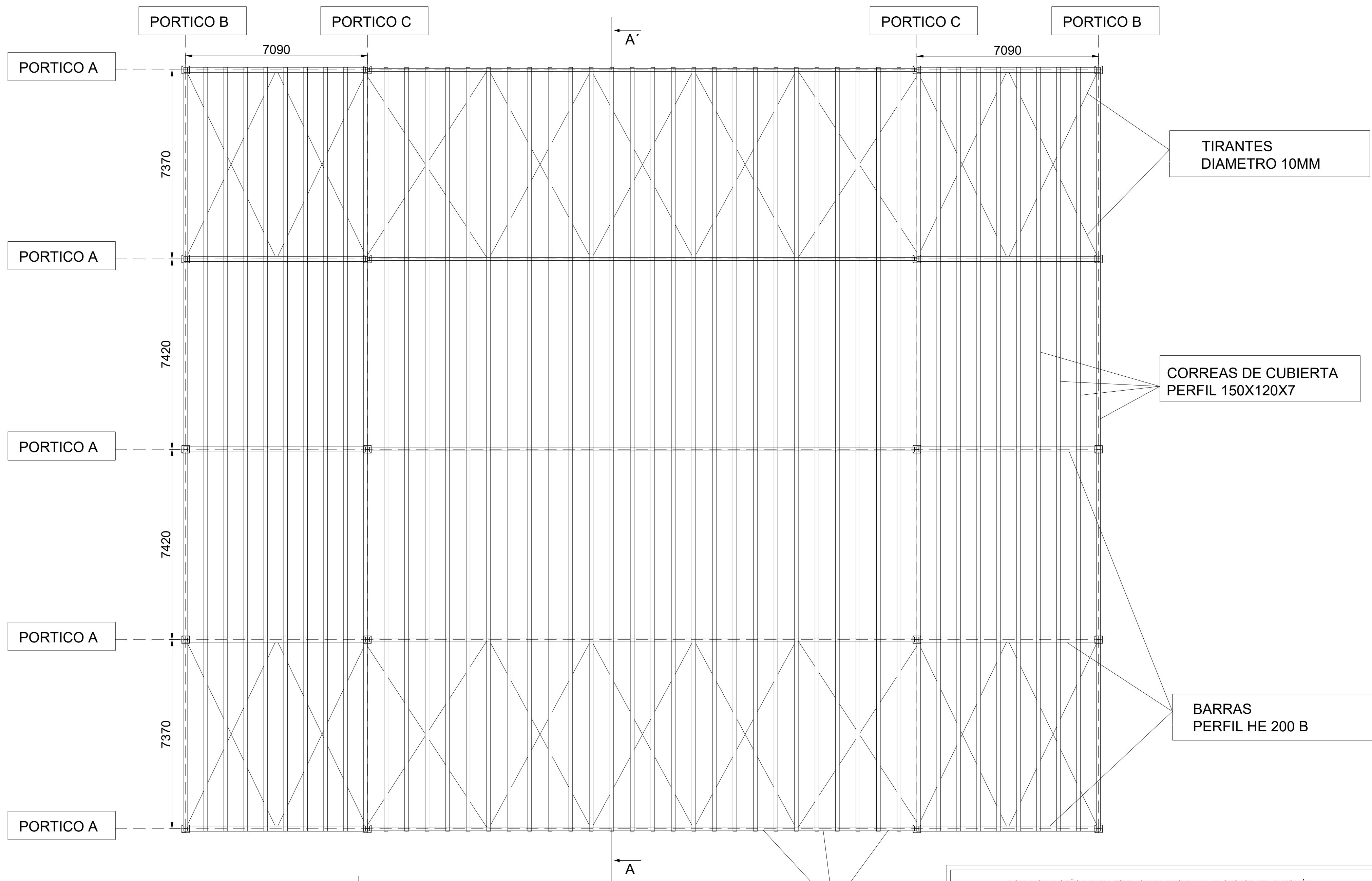
ESCALERA Y FOSO DE ASCENSOR

Nº PLANO:
HA.16



COTAS EN MILÍMETROS

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023			
ESCALA: 1:100	PLACAS DE ANCLAJE		Nº PLANO: M.1



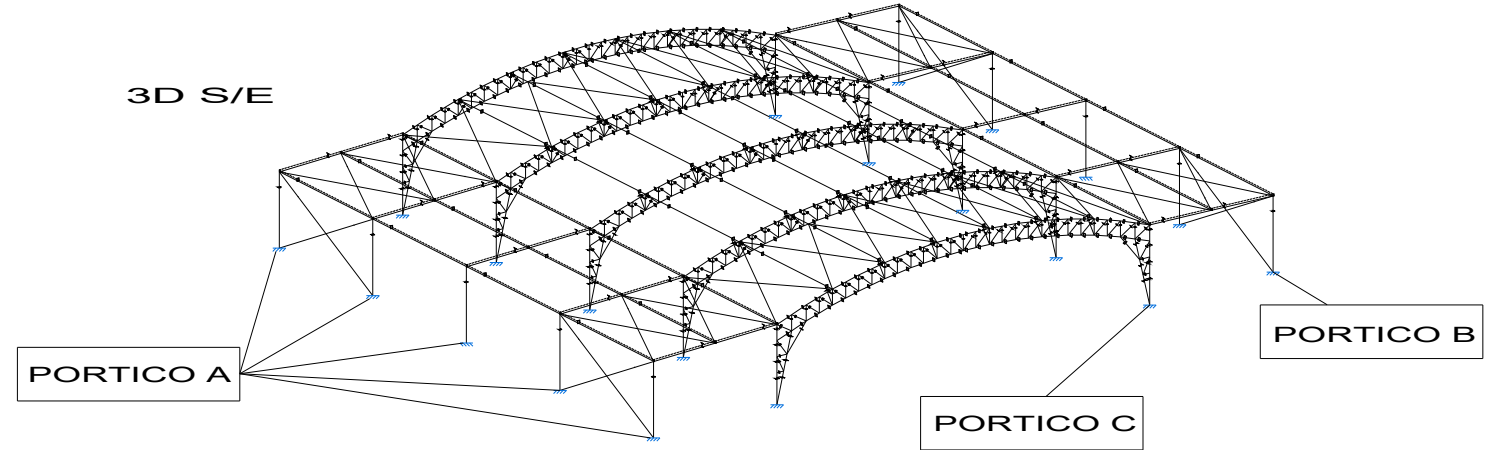
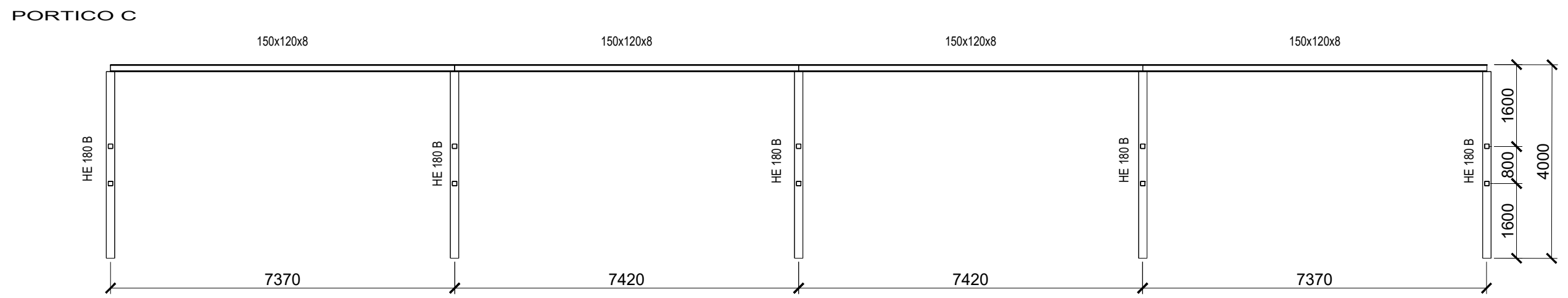
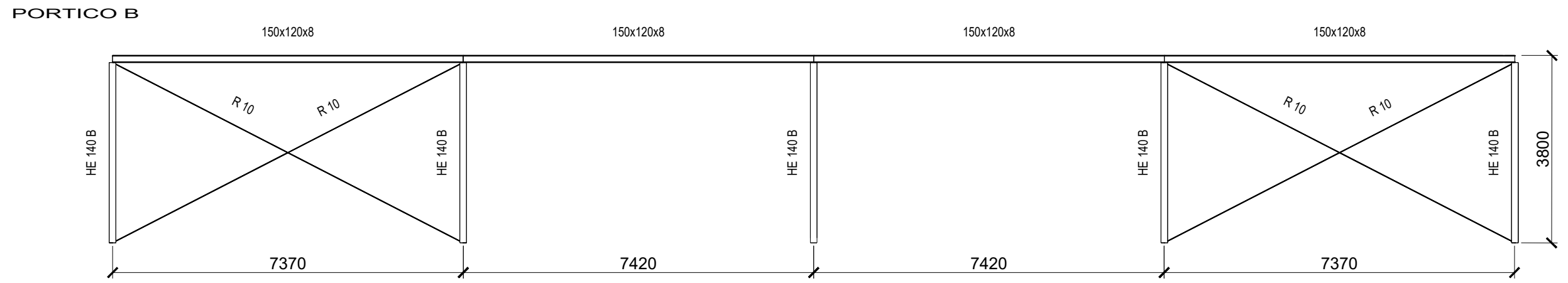
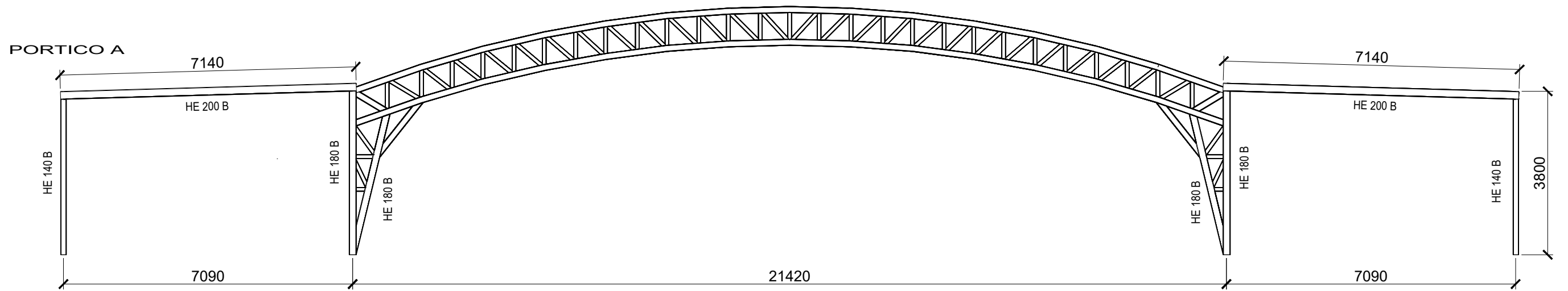
MATERIALES					
PERFILES METÁLICOS					
TIPO DE ACERO	MODULO DE ELASTICIDAD	MODULO DE RIGIDEZ	TENSIÓN DEL LIMITE ELÁSTICO		TENSIÓN DE ROTURA
Plástica a blanda S 275 JR	210000 MPa	81000 MPa	t<16 mm	γ 275 MPa	410 MPa

SOLDADURAS

LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE APORTACIÓN SERÁN EN TODOS LOS CASOS SUPERIORES A LAS DEL MATERIAL BASE (DE ACUERDO A CTE-BS-SE-A)

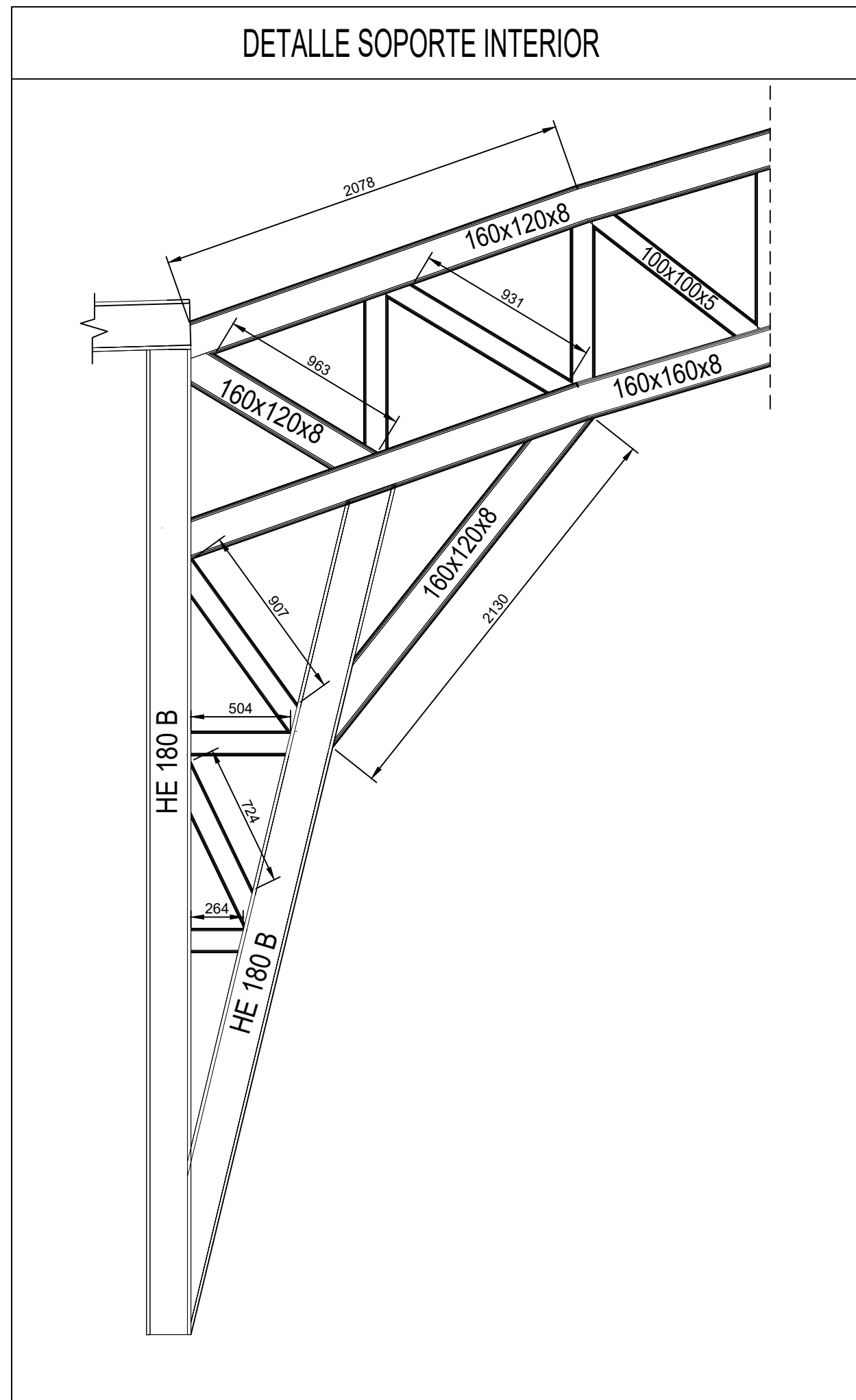
**BARRAS
PERFIL 160X120X8**

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>	Nº PLANO: M.2
Comprobado: 07/2023			
ESCALA: 1:100	VISTA SUPERIOR DE ESTRUCTURA		

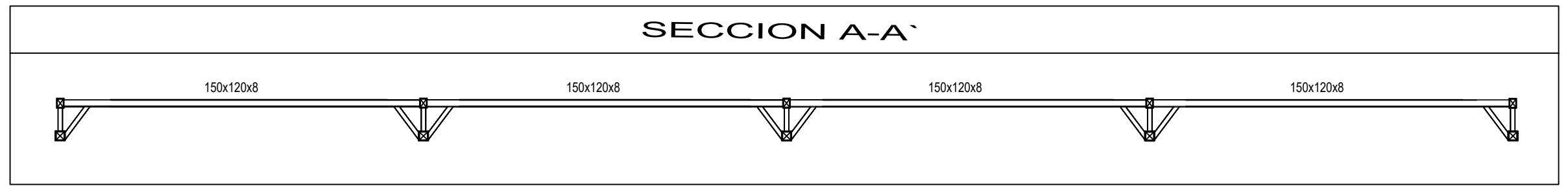


ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: 07/2023			
ESCALA: 1:100	PÓRTICOS A B C METÁLICOS		Nº PLANO: M.3

DETALLE SOPORTE INTERIOR

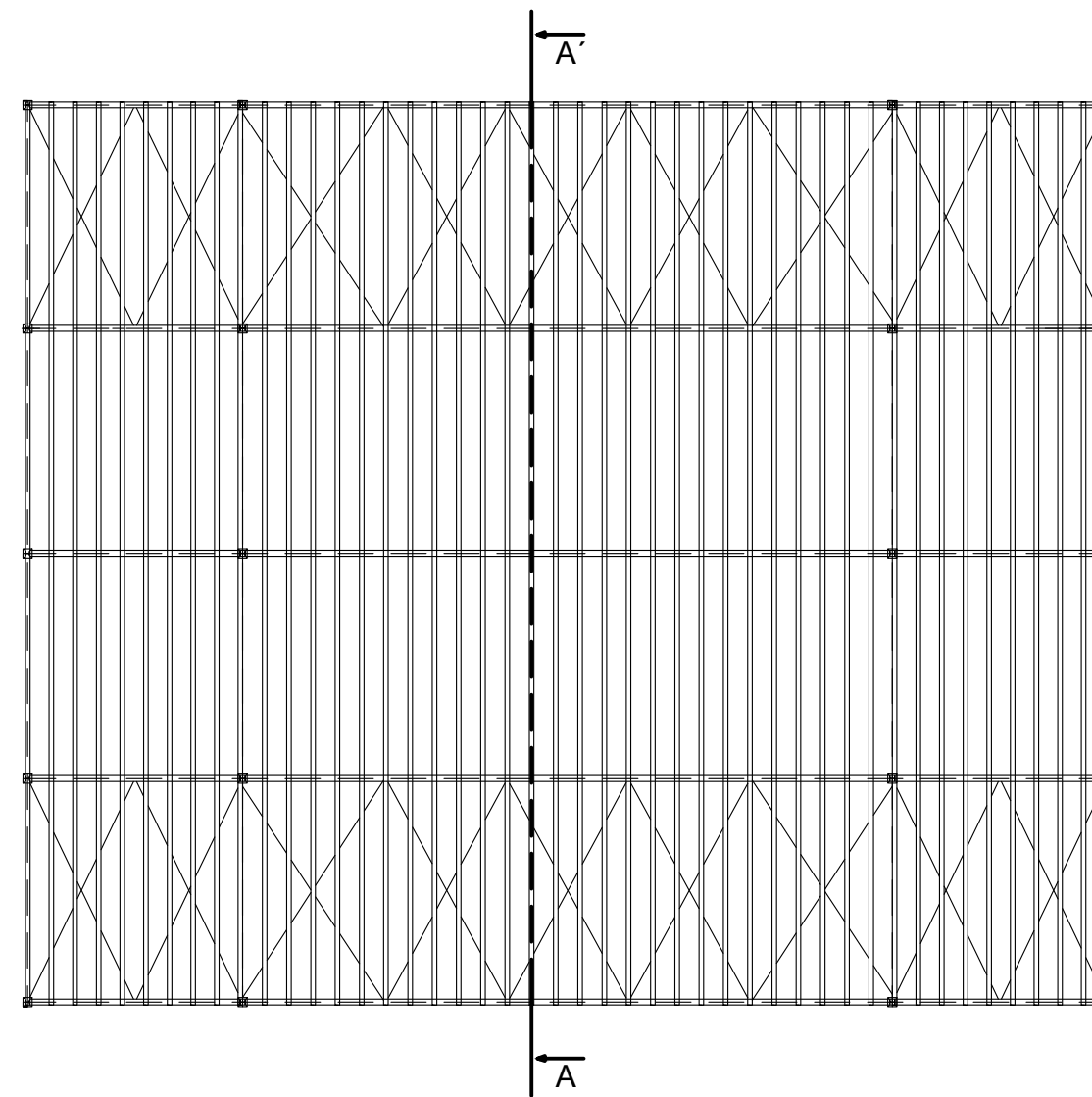
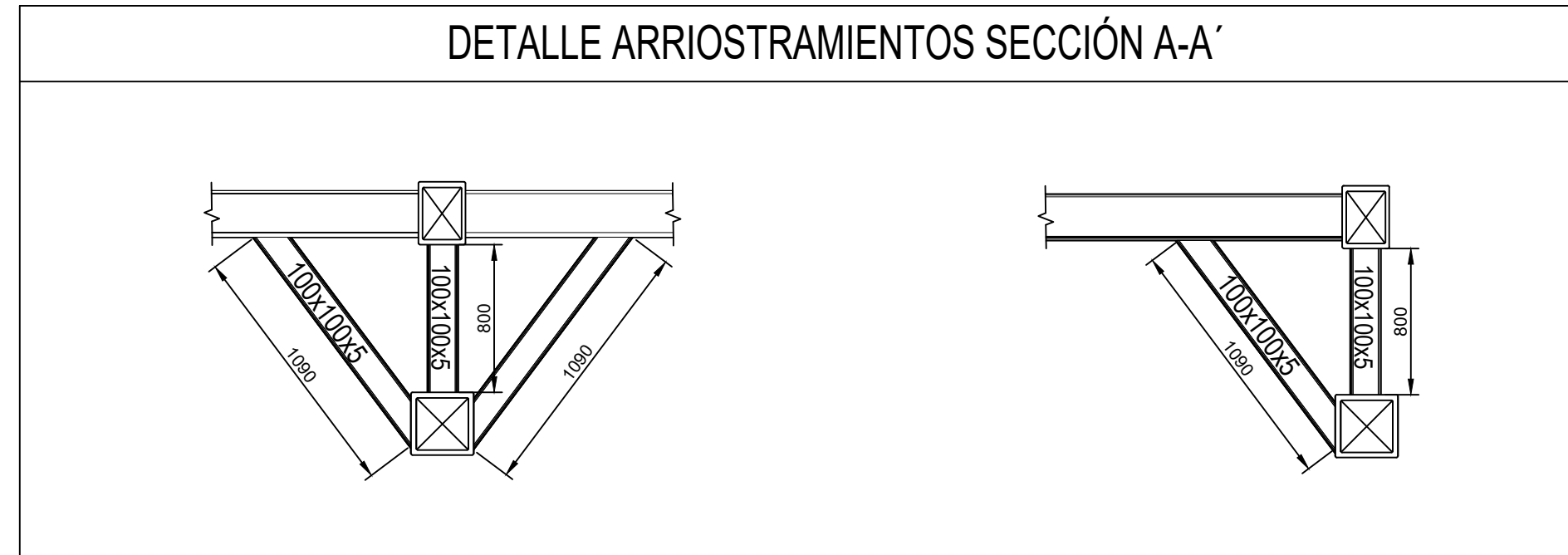


SECCION A-A'

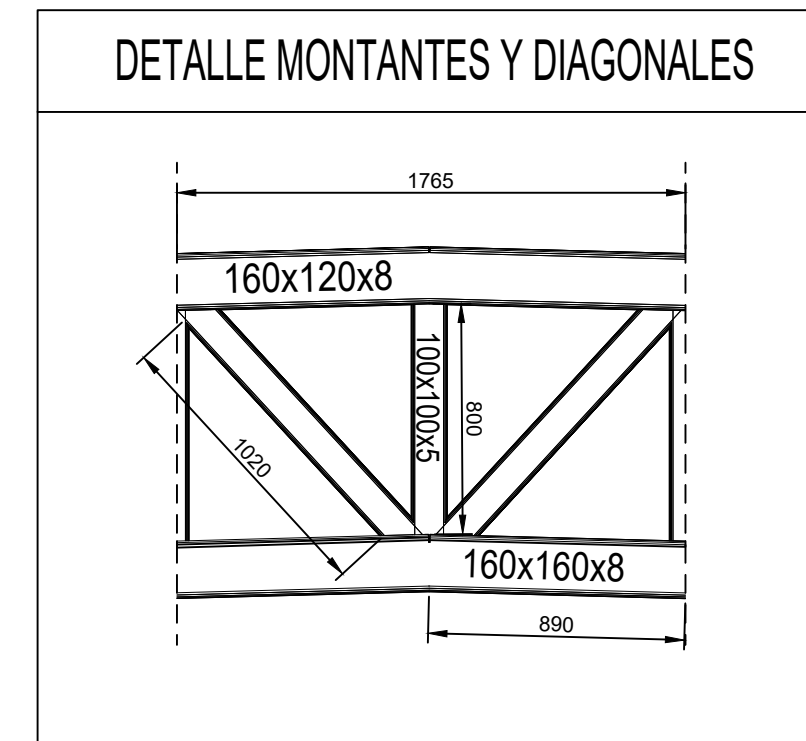


E: 1/100

DETALLE ARRIOSTRAMIENTOS SECCIÓN A-A'

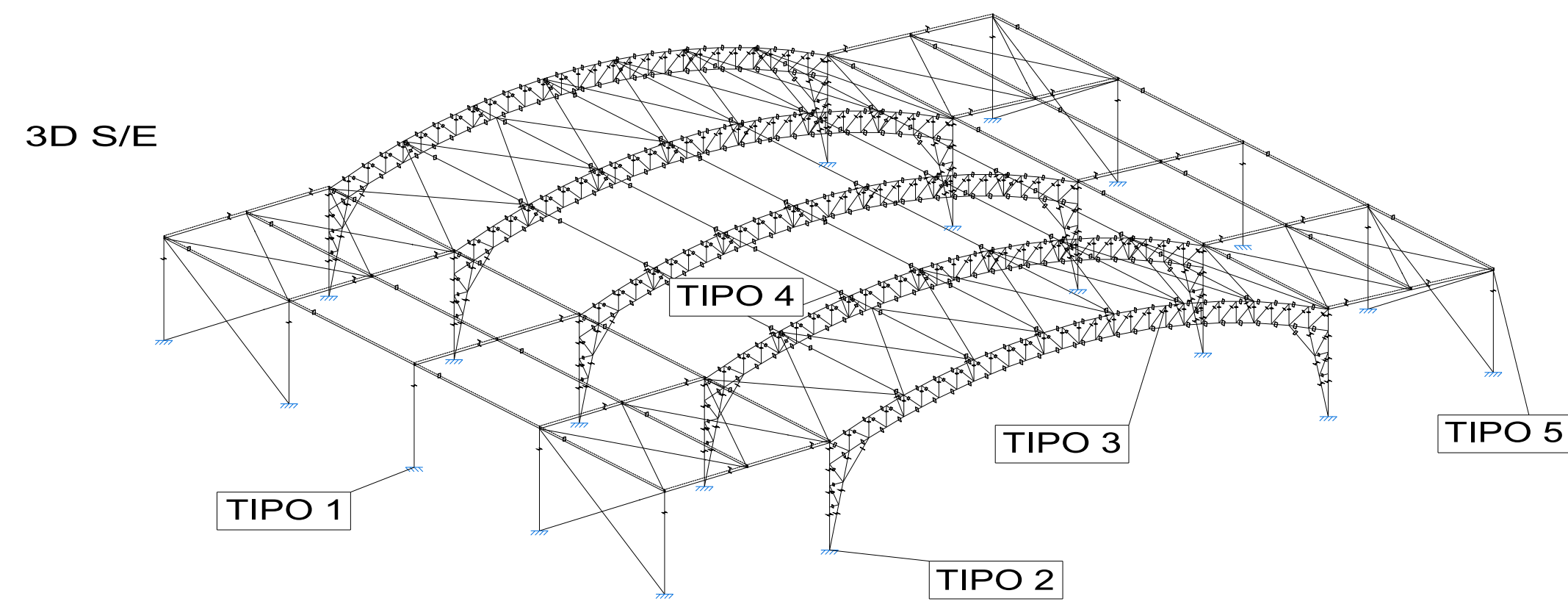
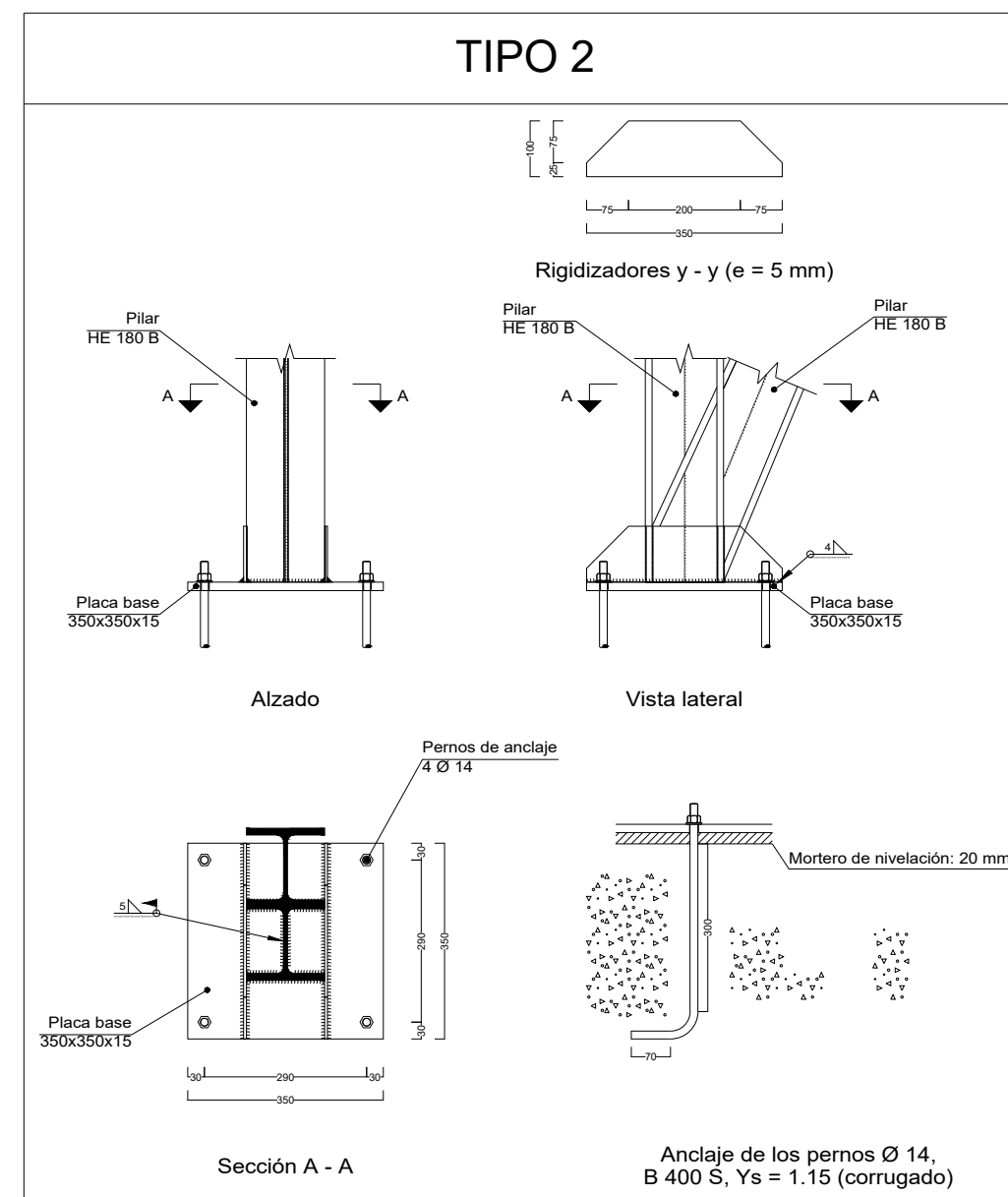
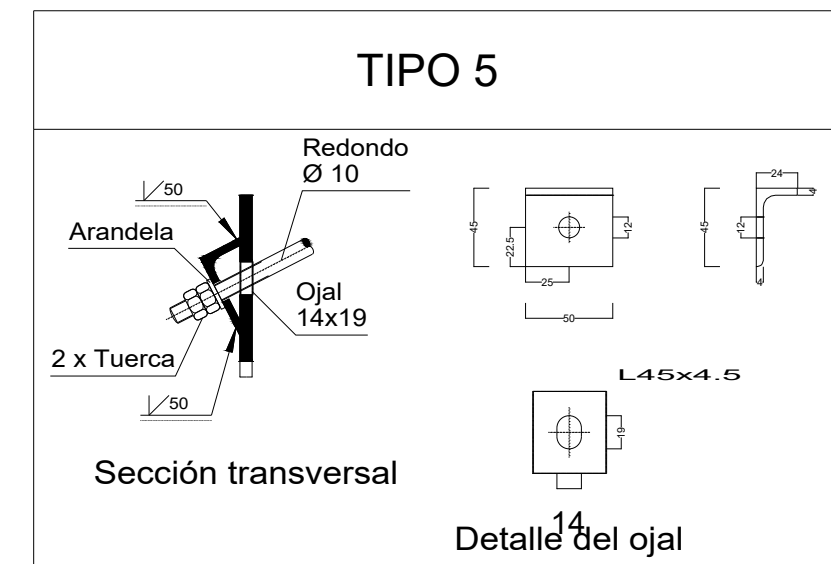
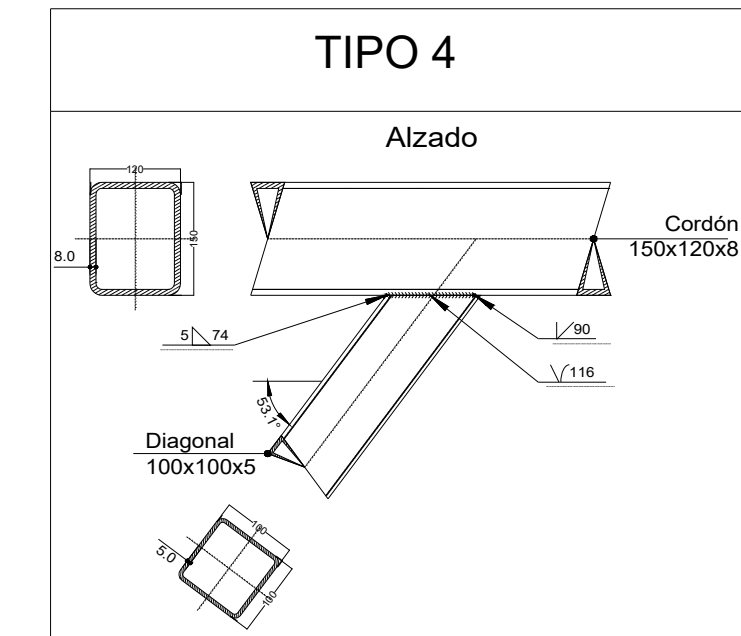
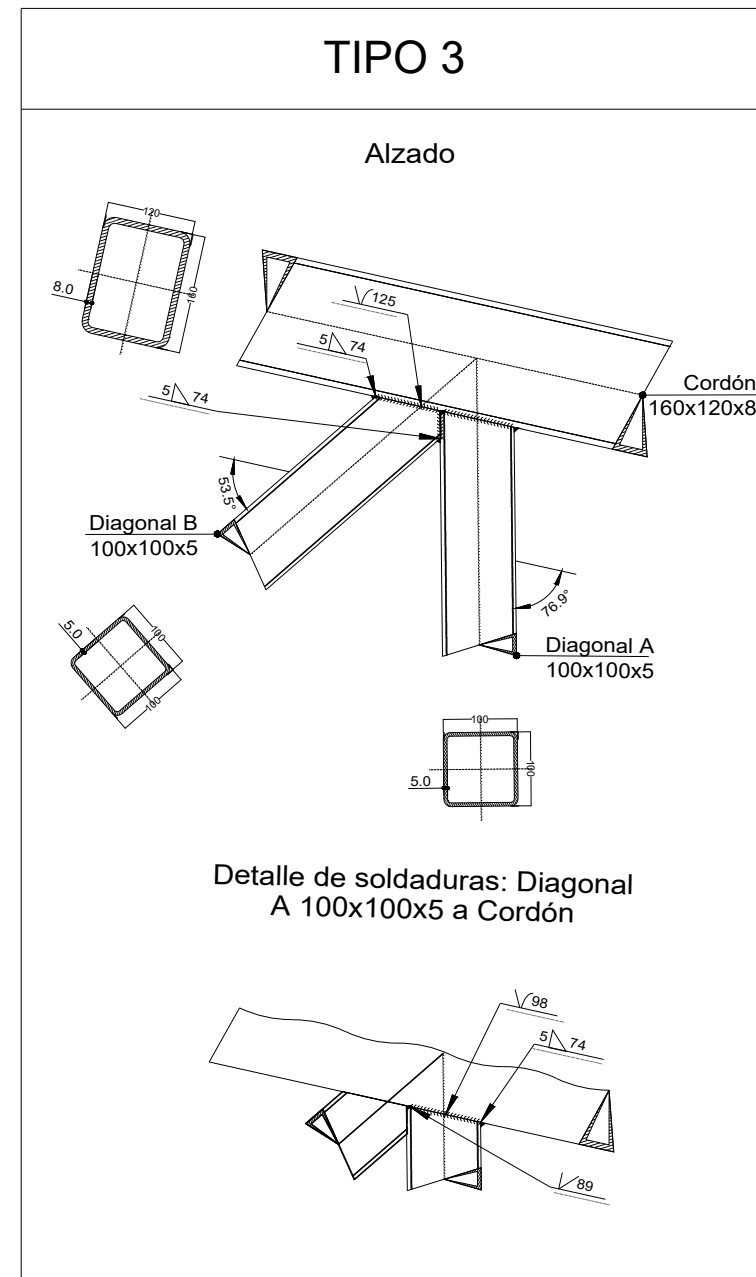
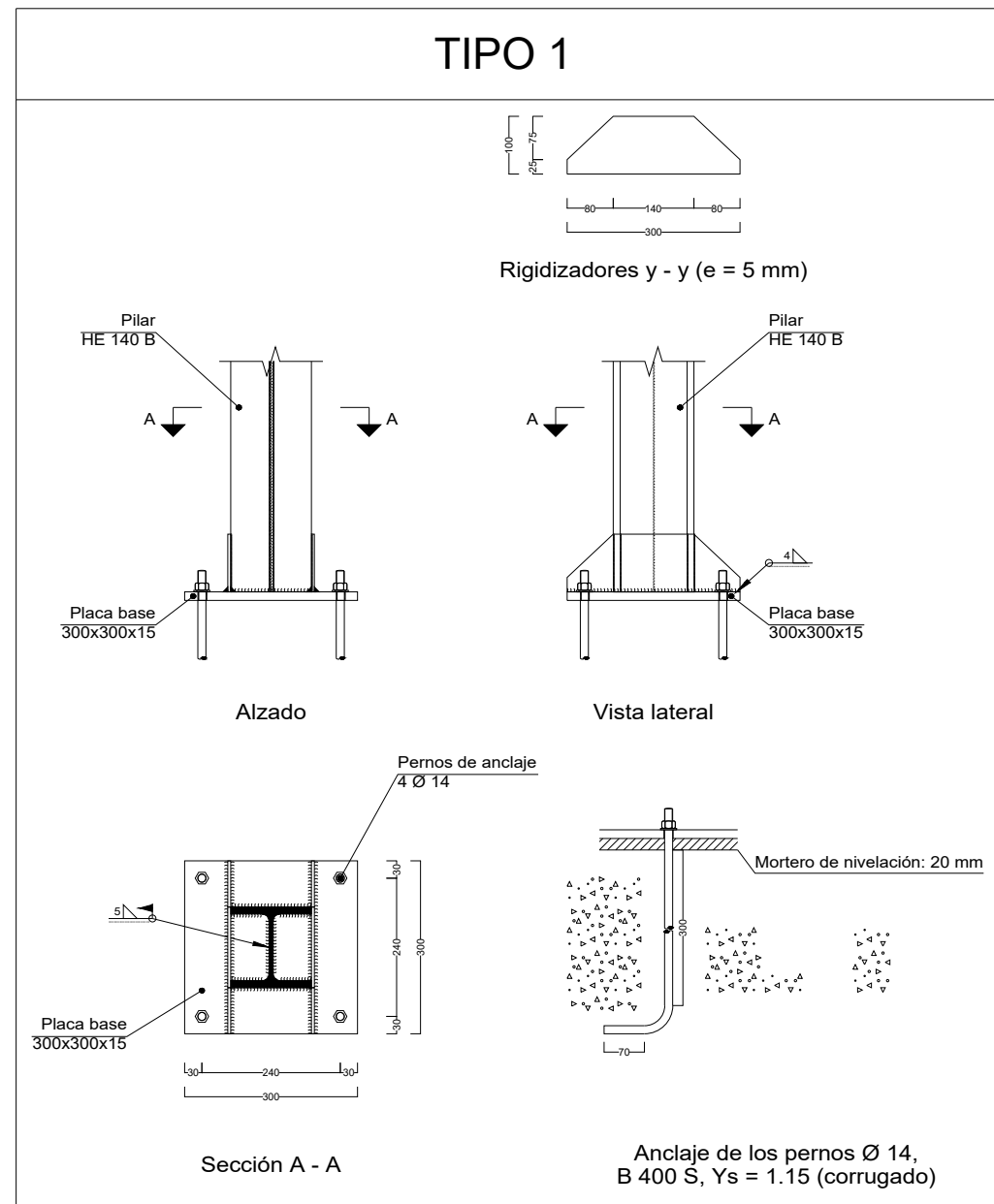


DETALLE MONTANTES Y DIAGONALES



COTAS EN MILÍMETROS

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	DETALLES		Nº PLANO: M.4
ESCALA: 1:20			



COTAS EN MILÍMETROS

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL			
Autor: Nelson Gutiérrez Martín	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> Universidad de La Laguna
Comprobado: 07/2023	UNIONES TIPO		Nº PLANO: M.5
ESCALA: S/E			

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

ÍNDICE DE ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 CIMENTACIÓN.....	1
1.2 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO.....	1
1.3 ESTRUCTURA METÁLICA.....	2

APARTADOS CON ÍNDICE PROPIO:

2. LISTADOS DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

3. LISTADOS DE ESTRUCTURA METÁLICA

1. INTRODUCCIÓN

Como ya se mencionó anteriormente en la memoria de este documento, el edificio en cuestión se plantea realizar mediante una estructura de hormigón armado, que a su vez llevará una cubierta soportada por una estructura metálica en su parte superior. El cerramiento para la cubierta será de panel "sandwich" de 5 cm de espesor y los cerramientos laterales en las dos plantas superiores serán de bloque hueco en la fachada lateral derecha y la fachada trasera, y de cristalerías de vidrio de 10 mm de espesor para la fachada frontal y la fachada lateral izquierda.

1.1 CIMENTACIÓN

La cimentación del edificio está formada por una losa de cimentación de 37 m x 31 m y con un canto de 0,8 m. Por otro lado la cimentación de los muros de contención exteriores está constituida por zapatas con vuelo a un solo lado, debido a que no se puede construir en el terreno colindante. Estas zapatas son de 1,40 m y 1,65 m de ancho, y 0,8 m de canto para unificarlo con el canto de la losa de cimentación. Por otra parte, las cinco vigas de atado se han realizado con una sección de 0,4 m x 0,4 m.

1.2 ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

La estructura de hormigón armado está constituida por forjados reticulares apoyados en soportes separados 7,07 m entre sí en un eje y 7,40 m en el otro eje. Los pilares serán de 40 cm x 40 cm y en los huecos de los forjados se han utilizado vigas de 45 cm de canto por 40 cm de ancho.

Las cargas que se han considerado en la estructura de hormigón armado son:

-El peso propio de los forjados es de 5,54 KN/m². Este valor es el obtenido de CYPECAD para el tipo de forjado reticular que se ha utilizado.

-Las cargas muertas se estiman en torno a los 3 KN/m² para un pavimento sobre forjado realizado a base de hormigón pulido.

-La sobrecarga de uso será de 5 KN/m² según la tabla 3.1 (Valores característicos de las sobrecargas de uso), del Documento Básico SE-AE, dado que se trata de la categoría de uso E, es decir, una zona de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN).

-Las cargas de viento para esta estructura se ha obtenido mediante el programa CYPECAD, el cual utiliza el Documento Básico SE-AE, y únicamente solicita la introducción de la zona eólica donde se encuentra la estructura, en este caso zona C (Canarias), con una velocidad básica de viento de 29 m/s y una carga de viento de 52 KN/m² y el grado de aspereza del entorno, siendo este de tipo IV (zona urbana, industrial o forestal).

-La sobrecarga de nieve no se aplica en esta estructura. Esto se debe a que la estructura metálica que se ubica en su parte superior la cubre por completo, y no hay salientes donde pueda acumularse la nieve.

-La acción sísmica no se tiene en cuenta en esta estructura debido al artículo 1.2.3 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, ya que la estructura se considera arriostrada en los dos sentidos y el coeficiente de aceleración sísmica en la zona es de 0,04 g no es de aplicación.

1.3 ESTRUCTURA METÁLICA

La estructura metálica está compuesta por cinco pórticos idénticos, separados entre sí 7,40 metros. Estos pórticos tienen dos alas laterales resueltas con perfiles tipo HEB y una cercha central curva resuelta con perfiles de tipo rectangular hueco. Toda la estructura está debidamente arriostrada y con cruces de San Andrés en el vano inicial y el vano final.

Las cargas que se han considerado en la estructura de acero son:

-El peso propio de la estructura de acero se obtiene mediante el programa CYPE 3D, que hace uso de los correspondientes prontuarios para cada tipo de barra, y se introduce en el cálculo automáticamente.

-Las cargas muertas provienen del cerramiento del panel *sándwich* y de las correas metálicas. En el caso del cerramiento se ha escogido uno de 5 cm de espesor, y según lo indicado por el fabricante el peso que le corresponde es de 11 kg/m². En el caso de las correas se ha utilizado un perfil rectangular normalizado de 160x120x7 mm, el cual tiene un peso de 27,91 kg/m, con una separación de 0,8 m, cumpliendo así con las comprobaciones E.L.U y E.L.S. En los 36 m de estructura hay 45 correas, teniendo en cuenta estos datos, la carga total será de 0,35 KN/m².

-La sobrecarga de uso será de 0,4 KN/m² según la tabla 3.1 (Valores característicos de las sobrecargas de uso), del Documento Básico SE-AE, dado que se trata de la categoría uso G1, es decir, una cubierta ligera sobre correas (sin forjado).

-Las cargas de viento para esta estructura se ha obtenido mediante el programa CYPECAD, el cual utiliza el Documento Básico SE-AE, y únicamente solicita la introducción de la zona eólica donde se encuentra la estructura, en este caso zona C (Canarias), con una velocidad básica de viento de 29 m/s y una carga de viento de 52 KN/m² y el grado de aspereza del entorno, siendo este de tipo IV (zona urbana, industrial o forestal).

-La sobrecarga de nieve que se ha aplicado es de 0,2 KN/m², la cual se obtiene de la tabla E.2 (Sobrecarga de nieve en una superficie horizontal) del Documento Básico SE-AE, teniendo en cuenta que la parcela se encuentra entre los 600 m y 700 m de altitud y en la zona 7 (Canarias).

-La acción sísmica no se tiene en cuenta en esta estructura debido al artículo 1.2.3 de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, ya que la estructura se considera arriostrada en los dos sentidos y el coeficiente de aceleración sísmica en la zona es de 0,04 g no es de aplicación.

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

**2. LISTADOS DE ESTRUCTURA DE HORMIGÓN
ARMADO**

Trabajo de Fin de Grado

ÍNDICE

1. NORMAS CONSIDERADAS.....	3
2. LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS.....	3
3. LISTADO DE CARGAS.....	3
4. ESTADOS LÍMITE.....	5
5. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS.....	5
6. PILARES.....	5
7. MUROS.....	6
8. COMBINACIONES USADAS EN EL CÁLCULO.....	7
9. SITUACIONES DE PROYECTO.....	13
10. LISTADO DE ZAPATAS CORRIDAS.....	17
11. TENSIONES DEL TERRENO BAJO VIGAS DE CIMENTACIÓN.....	22
12. CIMENTACIÓN.....	23
13. PLANTA BAJA.....	31
14. PLANTA ALTA.....	35
15. LISTADO DE MEDICIÓN DE VIGAS.....	50
16. CIMENTACIÓN.....	53
17. PLANTA BAJA.....	56
18. PLANTA ALTA.....	60
19. CUANTÍAS DE OBRA.....	66
20. PILARES.....	68
21. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN.....	70
22. LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES.....	70
23. PILARES.....	71
24. VIGAS.....	92
25. DATOS GENERALES.....	99
26. ESCALERA 1.....	99

27. DATOS GENERALES.....	101
28. COMPROBACIONES.....	102



1. NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: Código Estructural

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Código Estructural, A20.5.3

Categoría de uso: E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

2. LEYES DE PRESIONES SOBRE MUROS

Empujes del terreno			
Referencia	Hipótesis	Descripción	Muro
Empuje del terreno (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m ³ Densidad sumergida 7.50 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 17.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 %	M5, M6, M7, M1, M2, M3, M10
Empuje del terreno (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m ³ Densidad sumergida 7.50 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 17.00 Grados Evacuación por drenaje 30.00 %	M5, M6, M7, M1, M2, M3, M10
Empuje de vehículos (Primera situación de relleno)	Cargas muertas	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m ³ Densidad sumergida 7.50 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 17.00 Grados Evacuación por drenaje 100.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M2, M3, M10
Empuje de vehículos (Segunda situación de relleno)	Sobrecarga de uso	Con relleno: Cota 0.00 m Ángulo de talud 0.00 Grados Densidad aparente 18.00 kN/m ³ Densidad sumergida 7.50 kN/m ³ Ángulo rozamiento interno 17.00 Grados Evacuación por drenaje 30.00 % Carga 1: Tipo: Uniforme Valor: 10.00 kN/m ²	M1, M2, M3, M10

3. LISTADO DE CARGAS

Cargas especiales introducidas (en kN, kN/m y kN/m²)

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
Cimentación	Cargas muertas	Lineal	14.00	(0.05,29.95) (35.95,29.95)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(18.00,29.93) (18.00,28.11)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(16.21,28.11) (19.80,28.11)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(19.80,29.92) (19.80,26.33)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(19.80,26.33) (16.20,26.33)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(16.20,26.33) (16.20,29.93)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(18.00,26.32) (18.00,0.59)
	Cargas muertas	Lineal	14.00	(3.45,29.95) (3.45,22.40)
	Cargas muertas	Superficial	3.00	(0.69,22.65) (0.69,28.34) (3.14,28.34) (3.14,22.65)
planta baja	Peso propio	Lineal	12.86	(33.90,14.33) (35.55,14.33)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(15.45,29.84) (15.45,28.02)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(15.53,28.05) (20.57,28.05)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(20.57,28.08) (20.57,29.79)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(17.26,28.08) (17.26,29.84)
	Cargas muertas	Lineal	0.50	(8.37,29.45) (13.35,29.45)
	Cargas muertas	Lineal	0.50	(22.73,29.38) (27.47,29.38)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.86,22.38) (33.86,20.77)
	Cargas muertas	Lineal	0.50	(0.63,22.06) (3.07,22.06)
	Cargas muertas	Lineal	1.00	(0.20,15.00) (0.20,0.40)
	Cargas muertas	Lineal	1.00	(0.36,0.19) (35.74,0.19)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(35.64,0.35) (35.64,29.75)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(35.69,29.69) (0.36,29.69)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(0.26,29.64) (0.26,15.15)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.89,20.77) (35.69,20.77)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.92,22.42) (35.62,22.42)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(3.37,29.59) (3.37,22.36)
	Cargas muertas	Lineal	10.55	(33.90,14.33) (35.55,14.33)
	Sobrecarga de uso	Lineal	8.82	(33.90,14.33) (35.55,14.33)
	planta alta	Peso propio	Lineal	12.86
Cargas muertas		Puntual	42.00	(0.23,22.36)
Cargas muertas		Puntual	42.00	(0.23,15.02)
Cargas muertas		Puntual	42.00	(0.27,7.61)
Cargas muertas		Puntual	42.00	(35.72,7.63)
Cargas muertas		Puntual	42.00	(35.77,14.98)
Cargas muertas		Puntual	42.00	(35.75,22.41)
Cargas muertas		Puntual	22.00	(0.21,29.75)
Cargas muertas		Puntual	22.00	(35.73,29.69)
Cargas muertas		Puntual	22.00	(35.72,0.29)
Cargas muertas		Puntual	22.00	(0.25,0.27)
Cargas muertas		Puntual	115.00	(7.27,0.25)
Cargas muertas		Puntual	115.00	(28.67,0.28)
Cargas muertas		Puntual	115.00	(7.34,29.74)
Cargas muertas		Puntual	115.00	(28.70,29.72)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(7.34,22.39)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(28.70,22.39)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(7.29,15.01)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(28.67,15.01)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(28.67,7.59)
Cargas muertas		Puntual	213.00	(7.32,7.62)
Cargas muertas		Lineal	0.50	(0.57,21.01) (0.57,16.81)

Producción por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Grupo	Hipótesis	Tipo	Valor	Coordenadas
	Cargas muertas	Lineal	0.50	(0.63,22.11) (3.07,22.11)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.73,22.38) (33.73,20.43)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.73,20.43) (35.80,20.43)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(33.76,22.39) (35.61,22.39)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(0.24,29.76) (0.24,22.43)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(0.24,29.73) (35.80,29.73)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(35.71,29.70) (35.71,0.26)
	Cargas muertas	Lineal	1.00	(0.18,0.22) (35.67,0.22)
	Cargas muertas	Lineal	1.00	(0.23,0.31) (0.23,22.07)
	Cargas muertas	Lineal	10.00	(3.41,29.47) (3.41,22.48)
	Cargas muertas	Lineal	10.55	(35.55,20.44) (33.90,20.44)
	Sobrecarga de uso	Lineal	8.82	(35.55,20.44) (33.90,20.44)

4. ESTADOS LÍMITE

L.U. de rotura. Hormigón	CTE
L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

5. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	planta alta	2	planta alta	4.00	4.00
1	planta baja	1	planta baja	5.50	0.00
0	Cimentación				-5.50

6. PILARES

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P1	(0.05, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. inf. izq.
P2	(7.32, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad inferior
P3	(14.44, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad inferior
P4	(21.56, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad inferior
P5	(28.68, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad inferior
P6	(35.95, 0.05)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. inf. der.
P7	(0.05, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda
P8	(7.32, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P9	(14.44, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P10	(21.56, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P11	(28.68, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P12	(35.95, 7.60)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha
P13	(0.05, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo
P14	(7.32, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P15	(14.44, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P16	(21.56, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P17	(28.68, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P18	(35.95, 15.00)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha
P19	(0.05, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad izquierda
P20	(7.32, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P21	(14.44, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P22	(21.56, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P23	(28.68, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Centro
P24	(35.95, 22.40)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad derecha
P25	(0.05, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. sup. izq.
P26	(7.32, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad superior
P27	(14.44, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad superior
P28	(21.56, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad superior
P29	(28.68, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Mitad superior
P30	(35.95, 29.95)	0-2	Sin vinculación exterior	0.0	Esq. sup. der.

MUROS

Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.

Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(-5.90, 29.70)	(-4.98, 42.53)	1	0.2+0.2=0.4
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(-4.98, 42.53)	(44.17, 39.22)	1	0.2+0.2=0.4
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(41.67, -0.25)	(44.17, 39.22)	1	0.2+0.2=0.4
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(35.70, 0.30)	(35.70, 29.70)	1	0.15+0.25=0.4
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.30, 0.30)	(35.70, 0.30)	1	0.15+0.25=0.4
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.30, 0.30)	(0.30, 29.70)	1	0.25+0.15=0.4
M10	Muro de hormigón armado	0-1	(-5.90, 29.70)	(0.30, 29.70)	1	0.25+0.15=0.4

Zapata del muro

Referencia	Zapata del muro	
M5	Zapata corrida: 1.650 x 0.800 Vuelos: izq.:0.00 der.:1.25 canto:0.80 Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	
M6	Zapata corrida: 1.650 x 0.800 Vuelos: izq.:0.00 der.:1.25 canto:0.80 Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	
M7	Zapata corrida: 1.650 x 0.800 Vuelos: izq.:1.25 der.:0.00 canto:0.80 Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	
M1	Viga de cimentación: 1.400 x 0.800 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 canto:0.80 -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	Tensiones admisibles



Referencia	Zapata del muro	
M2	Viga de cimentación: 1.400 x 0.800 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 canto:0.80 -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	Tensiones admisibles
M3	Viga de cimentación: 1.400 x 0.800 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 canto:0.80 -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	Tensiones admisibles
M10	Viga de cimentación: 1.400 x 0.800 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 canto:0.80 -Situaciones persistentes: 0.200 MPa -Situaciones accidentales: 0.300 MPa Módulo de balasto: 30000.00 kN/m ³	Tensiones admisibles

Producido por una versión educativa de  CPPE

COMBINACIONES USADAS EN EL CÁLCULO

▪ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-

▪ Categoría de uso

E. Zonas de tráfico y aparcamiento para vehículos ligeros

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

▪ E.L.U. de rotura. Pilares mixtos de hormigón y acero

CTE

Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800	0.800									
2	1.350	1.350									
3	0.800	0.800	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	0.800	0.800		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	0.800	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	0.800	0.800			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	0.800	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	0.800	0.800				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	0.800	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	0.800	0.800					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	0.800	0.800	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	0.800	0.800	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	0.800	0.800						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	0.800	0.800	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	0.800	0.800	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	0.800	0.800							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	0.800	0.800	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	0.800	0.800	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	0.800	0.800								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	0.800	0.800	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	0.800	0.800	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	0.800	0.800									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	0.800	0.800	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	0.800	0.800	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

Producido por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

- E.L.U. de rotura. Acero conformado
CTE
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- E.L.U. de rotura. Acero laminado
CTE
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
- E.L.U. de rotura. Madera
CTE
Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800	0.800									
2	1.350	1.350									
3	0.800	0.800	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	0.800	0.800		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	0.800	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	0.800	0.800			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	0.800	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	0.800	0.800				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	0.800	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	0.800	0.800					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	0.800	0.800	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	0.800	0.800	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	0.800	0.800						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	0.800	0.800	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	0.800	0.800	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	0.800	0.800							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	0.800	0.800	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	0.800	0.800	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	0.800	0.800								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	0.800	0.800	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	0.800	0.800	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	0.800	0.800									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	0.800	0.800	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	0.800	0.800	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

Producido por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	0.700								
3	1.000	1.000		0.500							
4	1.000	1.000	0.600	0.500							
5	1.000	1.000			0.500						
6	1.000	1.000	0.600		0.500						
7	1.000	1.000				0.500					
8	1.000	1.000	0.600			0.500					
9	1.000	1.000					0.500				
10	1.000	1.000	0.600				0.500				
11	1.000	1.000						0.500			
12	1.000	1.000	0.600					0.500			
13	1.000	1.000							0.500		
14	1.000	1.000	0.600						0.500		
15	1.000	1.000								0.500	
16	1.000	1.000	0.600							0.500	
17	1.000	1.000									0.500
18	1.000	1.000	0.600								0.500

Producido por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

- E.L.U. de rotura. Aluminio

EC

Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.350	1.350									
3	1.000	1.000	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	1.000	1.000		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	1.000	1.000	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	1.000	1.000	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	1.000	1.000			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	1.000	1.000	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	1.000	1.000	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	1.000	1.000				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	1.000	1.000	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	1.000	1.000	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	1.000	1.000					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	1.000	1.000	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	1.000	1.000	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	1.000	1.000						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	1.000	1.000	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	1.000	1.000	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	1.000	1.000							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	1.000	1.000	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	1.000	1.000	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	1.000	1.000								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	1.000	1.000	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	1.000	1.000	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	1.000	1.000									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	1.000	1.000	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	1.000	1.000	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

Producido por una versión educativa de CYPE



- Tensiones sobre el terreno
 - Acciones características
- Desplazamientos
 - Acciones características

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	1.000								
3	1.000	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000	1.000							
5	1.000	1.000			1.000						
6	1.000	1.000	1.000		1.000						
7	1.000	1.000				1.000					
8	1.000	1.000	1.000			1.000					
9	1.000	1.000					1.000				
10	1.000	1.000	1.000				1.000				
11	1.000	1.000						1.000			
12	1.000	1.000	1.000					1.000			
13	1.000	1.000							1.000		
14	1.000	1.000	1.000						1.000		
15	1.000	1.000								1.000	
16	1.000	1.000	1.000							1.000	
17	1.000	1.000									1.000
18	1.000	1.000	1.000								1.000

Producido por una versión de software propietaria de CYPE

SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

- G_k Acción permanente
- P_k Acción de pretensado
- Q_k Acción variable
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- $\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento



9.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: Código Estructural

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_s)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



9.2. Combinaciones

- Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc. +)	Viento +X exc. +
V(+X exc. -)	Viento +X exc. -
V(-X exc. +)	Viento -X exc. +
V(-X exc. -)	Viento -X exc. -
V(+Y exc. +)	Viento +Y exc. +
V(+Y exc. -)	Viento +Y exc. -
V(-Y exc. +)	Viento -Y exc. +
V(-Y exc. -)	Viento -Y exc. -

- E.L.U. de rotura. Hormigón

- E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	0.800	0.800									
2	1.350	1.350									
3	0.800	0.800	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	0.800	0.800		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	0.800	0.800	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	0.800	0.800	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	0.800	0.800			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	0.800	0.800	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	0.800	0.800	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	0.800	0.800				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	0.800	0.800	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	0.800	0.800	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	0.800	0.800					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	0.800	0.800	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	0.800	0.800	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	0.800	0.800						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	0.800	0.800	1.050					1.500			
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	0.800	0.800	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	0.800	0.800							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	0.800	0.800	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	0.800	0.800	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	0.800	0.800								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	0.800	0.800	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	0.800	0.800	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	0.800	0.800									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	0.800	0.800	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	0.800	0.800	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

Producido por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	1.000								
3	1.000	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000	1.000							
5	1.000	1.000			1.000						
6	1.000	1.000	1.000		1.000						
7	1.000	1.000				1.000					
8	1.000	1.000	1.000			1.000					
9	1.000	1.000					1.000				
10	1.000	1.000	1.000				1.000				
11	1.000	1.000						1.000			
12	1.000	1.000	1.000					1.000			
13	1.000	1.000							1.000		
14	1.000	1.000	1.000						1.000		
15	1.000	1.000								1.000	
16	1.000	1.000	1.000							1.000	
17	1.000	1.000									1.000
18	1.000	1.000	1.000								1.000

Producido por una versión educativa de CYPE

10. LISTADO DE ZAPATAS CORRIDAS

10.1. Descripción

Referencias	GEOMETRÍA	ARMADO
M5	Longitud: 1321.54 cm Ancho total: 165 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 125 cm Canto: 80 cm Módulo de balasto: 30000 kN/m ³	Inferior Longitudinal: Ø20c/20 Inferior Transversal: Ø20c/20
M6	Longitud: 4966.75 cm Ancho total: 165 cm Vuelo a la izquierda: 0 cm Vuelo a la derecha: 125 cm Canto: 80 cm Módulo de balasto: 30000 kN/m ³	Inferior Longitudinal: Ø20c/20 Inferior Transversal: Ø20c/15
M7	Longitud: 3974.52 cm Ancho total: 165 cm Vuelo a la izquierda: 125 cm Vuelo a la derecha: 0 cm Canto: 80 cm Módulo de balasto: 30000 kN/m ³	Inferior Longitudinal: Ø20c/20 Inferior Transversal: Ø20c/15

10.2. Medición

Referencia: M5		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m)		66x1.87	123.42
	Peso (kg)		66x4.61	304.37
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m)		8x13.06	104.48
	Peso (kg)		8x32.21	257.66
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m)	45x1.40		63.00
	Peso (kg)	45x2.21		99.43
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m)	88x1.40		123.20
	Peso (kg)	88x2.21		194.45



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia: M5		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	186.20 293.88	227.90 562.03	855.91
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	204.82 323.27	250.69 618.23	

Referencia: M6		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø20	Ø25	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	330x1.87 330x4.61		617.10 1521.86
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	8x49.51 8x122.10		396.08 976.80
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)		496x2.62 496x10.10	1299.52 5007.58
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)		496x1.81 496x6.97	897.76 3459.44
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	1013.18 2498.66	2197.28 8467.02	10965.68
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	1114.50 2748.53	2417.01 9313.72	12062.25

Referencia: M7		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø20	Ø25	
Armadura inferior - Transversal	Longitud (m) Peso (kg)	264x1.87 264x4.61		493.68 1217.49
Armadura inferior - Longitudinal	Longitud (m) Peso (kg)	8x39.59 8x97.64		316.72 781.08
Arranques - Transversal - Izquierda	Longitud (m) Peso (kg)		397x1.81 397x6.97	718.57 2768.94
Arranques - Transversal - Derecha	Longitud (m) Peso (kg)		397x2.62 397x10.10	1040.14 4008.08
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	810.40 1998.57	1758.71 6777.02	8775.59
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	891.44 2198.43	1934.58 7454.72	9653.15

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m ³)		Encofrado (m ²)
	Ø16	Ø20	Ø25	Total	HA-30, Yc=1.5	Limpieza	
Referencia: M5	323.27	618.23		941.50	17.44	2.18	21.14
Referencia: M6		2748.53	9313.72	12062.25	65.56	8.20	79.47
Referencia: M7		2198.43	7454.72	9653.15	52.46	6.56	63.59
Totales	323.27	5565.19	16768.44	22656.90	135.47	16.93	164.20

10.3. Comprobación

Referencia: M5		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia: M5 Dimensiones: 165 x 80 Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0983943 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.19777 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.197868 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 73.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 24404.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1692.44 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1567.25 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 73.1 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- M5:	Mínimo: 27 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia: M5		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.30		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 3477.55 kN		
Referencia: M6		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0674928 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0788724 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0788724 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: El % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 1415.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6047.3 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 19873.34 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2856.08 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 205.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - M6:	Mínimo: 54 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0026	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia: M6		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 35 cm Calculado: 78 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:		
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.68		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 13569.09 kN		
Referencia: M7		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0555246 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.114973 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.114973 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 153.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 4166.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 20286.21 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1740.10 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: Criterio de CYPE		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 123.1 kN/m ²	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Referencia: M7		
Dimensiones: 165 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/20 Yi: Ø20c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - M7:	Mínimo: 54 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0014 Calculado: 0.002 Calculado: 0.0026	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 1.5 - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 44 cm Calculado: 78 cm Mínimo: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
<ul style="list-style-type: none"> - Zapata de tipo rígido - Flexión en la zapata (En dirección X): 0.00 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.87 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 10855.45 kN 		

11. TENSIONES DEL TERRENO BAJO VIGAS DE CIMENTACIÓN

Cimentación

Tensión admisible en situaciones persistentes: 0.200 MPa

Tensión admisible en situaciones accidentales: 0.300 MPa

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
1	P6-P12	M1: 140x80	0.066	0.067	Cumple
1	P12-P18	M1: 140x80	0.071	0.071	Cumple
1	P18-P24	M1: 140x80	0.074	0.074	Cumple
1	P24-P30	M1: 140x80	0.080	0.080	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

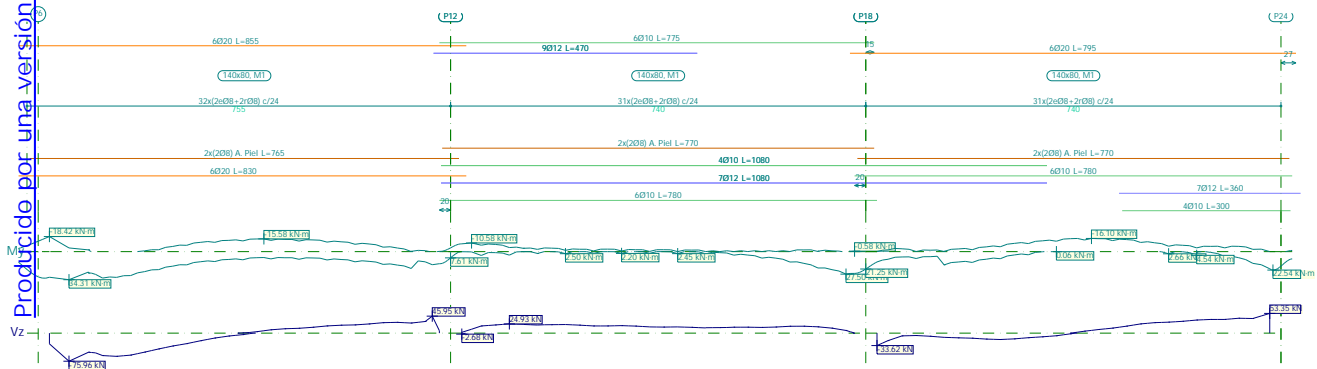
Fecha: 26/06/23

Situaciones persistentes o transitorias					
Viga			Tensión media (MPa)	Tensión en bordes (MPa)	Estado
Pórtico	Tramo	Dimensión			
2	P1-P2	M2: 140x80	0.050	0.053	Cumple
2	P2-P3	M2: 140x80	0.053	0.056	Cumple
2	P3-P4	M2: 140x80	0.056	0.058	Cumple
2	P4-P5	M2: 140x80	0.059	0.061	Cumple
2	P5-P6	M2: 140x80	0.061	0.063	Cumple
3	P1-P7	M3: 140x80	0.056	0.058	Cumple
3	P7-P13	M3: 140x80	0.065	0.067	Cumple
3	P13-P19	M3: 140x80	0.076	0.076	Cumple
3	P19-P25	M3: 140x80	0.088	0.089	Cumple
4	B0-P25	M10: 140x80	0.089	0.096	Cumple
4	P25-P26	100x80	0.089	0.090	Cumple
4	P26-P27	100x80	0.084	0.088	Cumple
4	P27-P28	100x80	0.080	0.085	Cumple
4	P28-P29	100x80	0.080	0.085	Cumple
4	P29-P30	100x80	0.081	0.085	Cumple

Producido por una versión educativa de CYPE

2. CIMENTACIÓN

2.1. Pórtico 1



Pórtico 1		Tramo: P6-P12			Tramo: P12-P18			Tramo: P18-P24		
Sección		140x80			140x80			140x80		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-18.42	-15.58	-14.29	-10.58	-3.05	--	-9.09	-16.10	-12.10
	[m]	0.00	3.82	4.70	0.17	2.60	--	2.32	3.82	4.82
Momento máx.	[kN·m]	34.31	16.17	20.58	4.69	2.63	27.50	16.31	4.06	20.96
	[m]	0.35	2.45	6.45	0.35	4.35	6.85	1.20	2.45	7.00
Cortante mín.	[kN]	-75.96	-31.63	--	-2.68	--	-0.82	-33.62	-15.51	--
	[m]	0.35	2.32	--	0.00	--	7.00	0.00	2.45	--
Cortante máx.	[kN]	--	14.45	45.95	24.93	20.32	18.72	--	21.88	53.35
	[m]	--	4.57	6.82	0.85	2.85	6.10	--	4.57	7.00
Torsor mín.	[kN]	-29.37	-7.80	-15.83	--	--	-6.71	-6.38	-5.03	--
	[m]	0.00	2.45	6.82	--	--	7.00	2.20	2.70	--
Torsor máx.	[kN]	--	4.44	30.86	7.41	7.45	5.60	--	7.20	10.66
	[m]	--	3.95	6.95	1.85	2.85	4.85	--	3.70	4.70

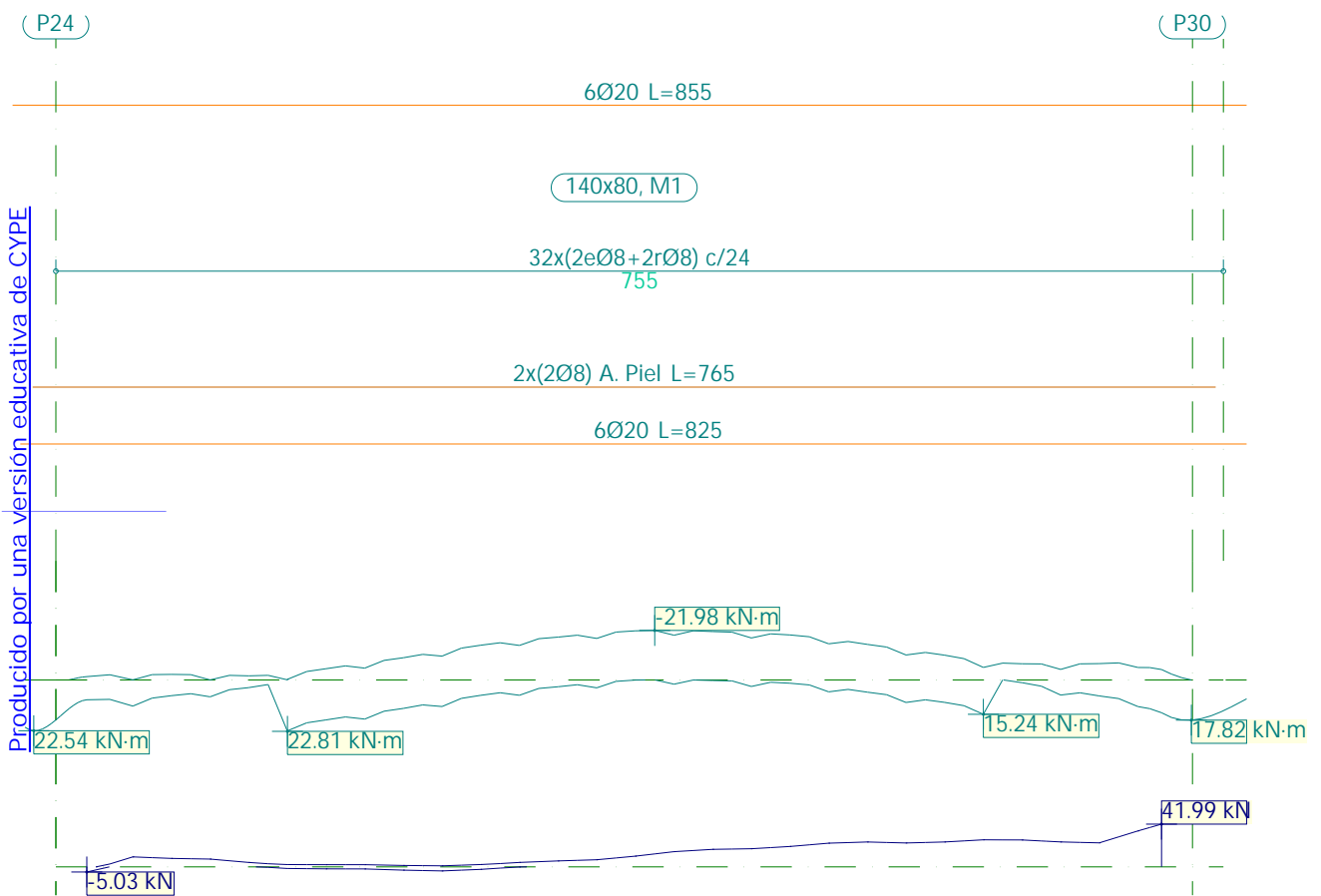


ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 1		Tramo: P6-P12			Tramo: P12-P18			Tramo: P18-P24			
Sección		140x80			140x80			140x80			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	18.85	14.89	14.89	4.71	18.85	18.85	18.85
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	14.81	0.00	14.90	14.90	14.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	18.85	15.77	15.77	15.77	15.77	15.77	15.77
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27



Pórtico 1		Tramo: P24-P30		
Sección		140x80		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-11.35	-21.98	-19.17
	x [m]	2.17	3.67	4.67
Momento máx.	[kN·m]	22.81	8.17	15.24
	x [m]	1.30	2.42	5.80
Cortante mín.	[kN]	-5.03	-3.22	--
	x [m]	0.00	2.42	--
Cortante máx.	[kN]	9.82	20.05	41.99
	x [m]	0.30	4.55	6.95
Torsor mín.	[kN]	-3.14	-2.32	-2.59
	x [m]	2.30	3.30	6.80



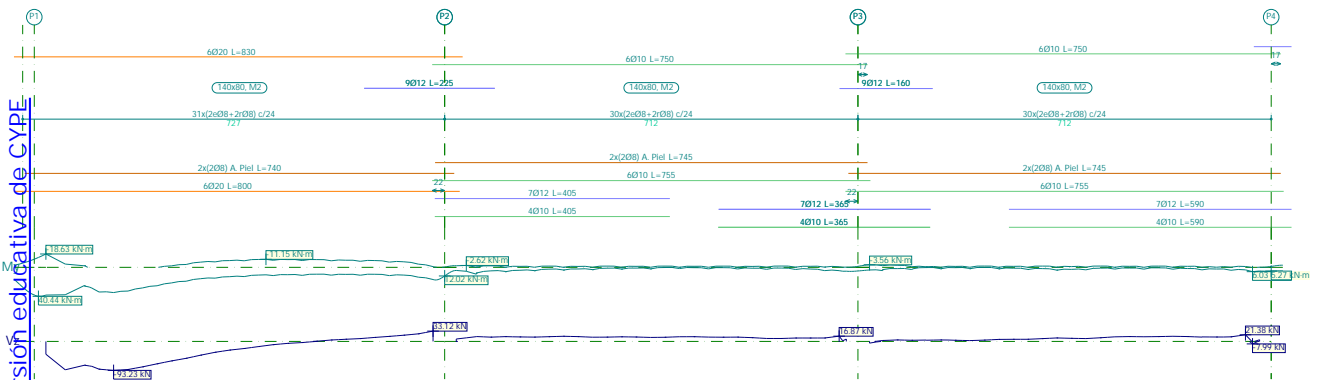
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 1		Tramo: P24-P30		
Sección		140x80		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Torsor máx. x	[kN]	5.59	9.08	9.79
	[m]	2.05	4.05	6.05
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85
		Nec.	14.90	14.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	26.77	18.85
		Nec.	14.90	14.90
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27

12.2. Pórtico 2



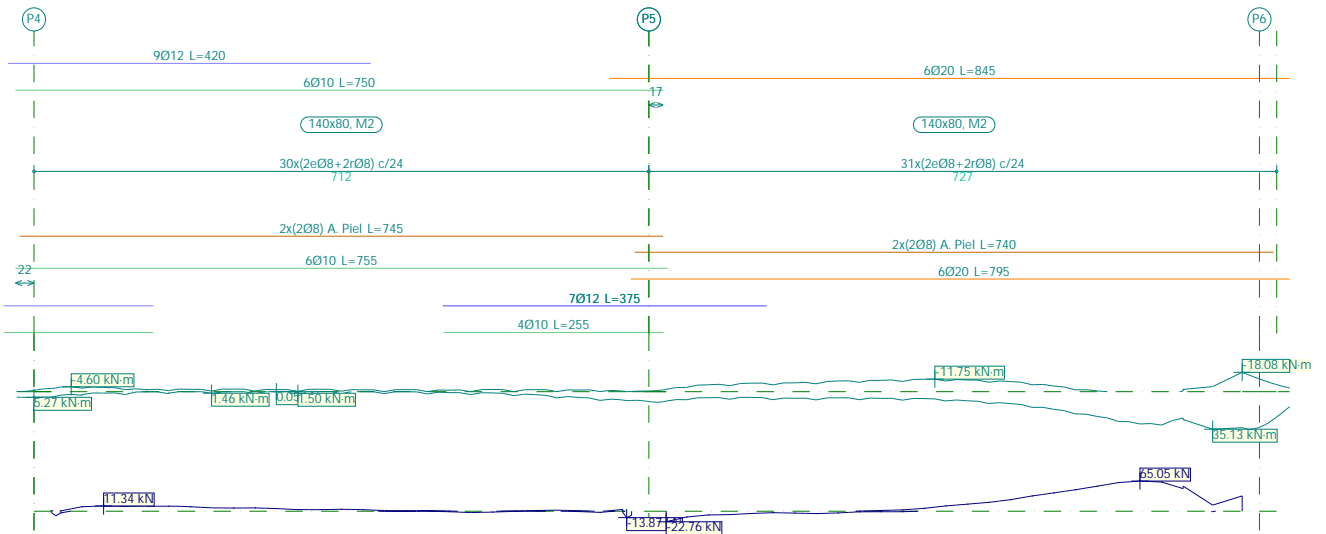
Pórtico 2		Tramo: P1-P2			Tramo: P2-P3			Tramo: P3-P4			
Sección		140x80			140x80			140x80			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-18.63	-11.15	-10.89	-2.62	--	--	-3.56	--	--	
	[m]	0.00	3.79	4.54	0.17	--	--	0.00	--	--	
Momento máx.	[kN·m]	38.69	19.85	16.99	9.55	3.33	5.44	4.53	3.94	6.03	
	[m]	0.00	2.29	6.67	0.35	2.35	6.66	0.23	3.23	6.60	
Cortante mín. x	[kN]	-93.23	-58.48	-1.68	--	--	--	-5.45	--	-7.99	
	[m]	1.17	2.29	4.54	--	--	--	0.00	--	6.60	
Cortante máx. x	[kN]	--	--	33.12	16.56	15.18	16.87	6.48	15.61	21.38	
	[m]	--	--	6.67	1.85	4.10	6.60	2.23	4.48	6.48	
Torsor mín. x	[kN]	-38.03	-13.63	--	--	--	-23.14	-3.04	--	-23.94	
	[m]	0.00	2.42	--	--	--	6.60	1.73	--	6.48	
Torsor máx. x	[kN]	--	--	7.90	6.79	7.00	8.17	4.24	7.36	25.31	
	[m]	--	--	6.42	1.85	3.85	6.35	2.23	4.23	6.60	
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	29.03	14.89	4.71	7.42	14.89	4.71	7.06
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	0.00	0.00	14.81	0.00	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	18.85	15.77	15.77	15.77	15.77	15.77	15.77
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81	14.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27



ESTRUCTURA DE HORMI GÓN ARMADO

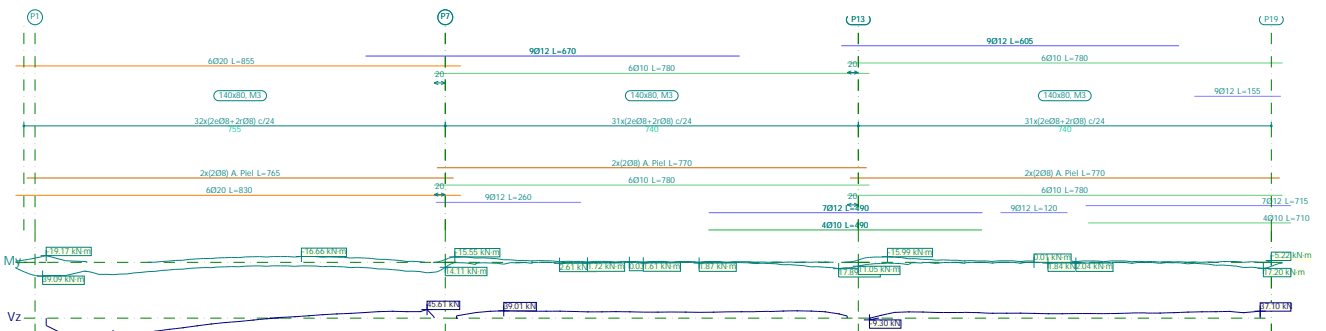
Edificio industrial

Fecha: 26/06/23



Pórtico 2			Tramo: P4-P5			Tramo: P5-P6		
Sección			140x80			140x80		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-4.60	-2.30	--	-10.24	-11.75	-18.08
	[m]		0.23	3.11	--	2.11	3.11	6.67
Momento máx.	[kN·m]		4.98	--	8.41	8.80	14.67	35.13
	[m]		0.00	--	6.66	0.00	4.24	6.33
Cortante mín.	[kN]		-10.05	-0.58	-13.87	-22.76	-1.34	-1.25
	[m]		0.05	4.11	6.66	0.00	2.24	6.33
Cortante máx.	[kN]		11.34	7.14	3.60	--	36.20	65.05
	[m]		0.61	2.36	6.61	--	4.36	5.49
Emporsor mín.	[kN]		-4.18	--	-28.84	-4.43	--	--
	[m]		0.36	--	6.61	0.74	--	--
Emporsor máx.	[kN]		31.69	4.56	4.89	2.26	9.83	29.81
	[m]		0.05	2.36	6.36	1.24	4.24	6.33
Área Sup.	[cm ²]	Real	14.89	14.89	4.71	18.85	18.85	18.85
		Nec.	14.81	14.81	0.00	14.90	14.90	14.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	15.77	4.71	15.77	26.77	18.85	18.85
		Nec.	14.81	0.08	14.81	14.90	14.90	14.90
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27

12.3. Pórtico 3





ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 3		Tramo: P1-P7			Tramo: P7-P13			Tramo: P13-P19			
Sección		140x80			140x80			140x80			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-19.17	-16.66	-16.57	-15.49	-2.69	--	-15.99	-4.46	-2.86	
	[m]	0.00	4.57	4.70	0.00	2.60	--	0.32	2.45	4.82	
Momento máx.	[kN·m]	37.72	19.92	29.78	5.95	--	17.89	6.55	2.41	16.43	
	[m]	0.35	2.32	6.82	0.35	--	6.85	0.70	2.70	7.00	
Cortante mín.	[kN]	-92.77	-55.51	--	--	--	--	-9.30	--	--	
	[m]	1.20	2.32	--	--	--	--	0.00	--	--	
Cortante máx.	[kN]	--	9.96	45.61	39.01	34.59	38.95	33.28	26.49	37.10	
	[m]	--	4.57	6.82	0.85	2.85	6.10	0.70	2.70	7.00	
Torsor mín.	[kN]	--	-2.37	-31.42	-9.97	-10.32	-9.84	-8.84	-8.25	-9.54	
	[m]	--	3.95	6.95	1.85	2.85	5.85	0.00	2.70	5.95	
Torsor máx.	[kN]	37.00	12.42	14.23	--	--	--	--	--	--	
	[m]	0.00	2.45	6.82	--	--	--	--	--	--	
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	29.03	14.89	14.89	13.01	14.89	14.89	14.89
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	14.81	0.21	14.81	14.81	14.81
Área Inf.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	18.85	14.89	7.73	15.77	15.77	15.77	15.77
		Nec.	14.90	14.90	14.90	14.81	0.09	14.81	14.81	14.81	14.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27	12.27

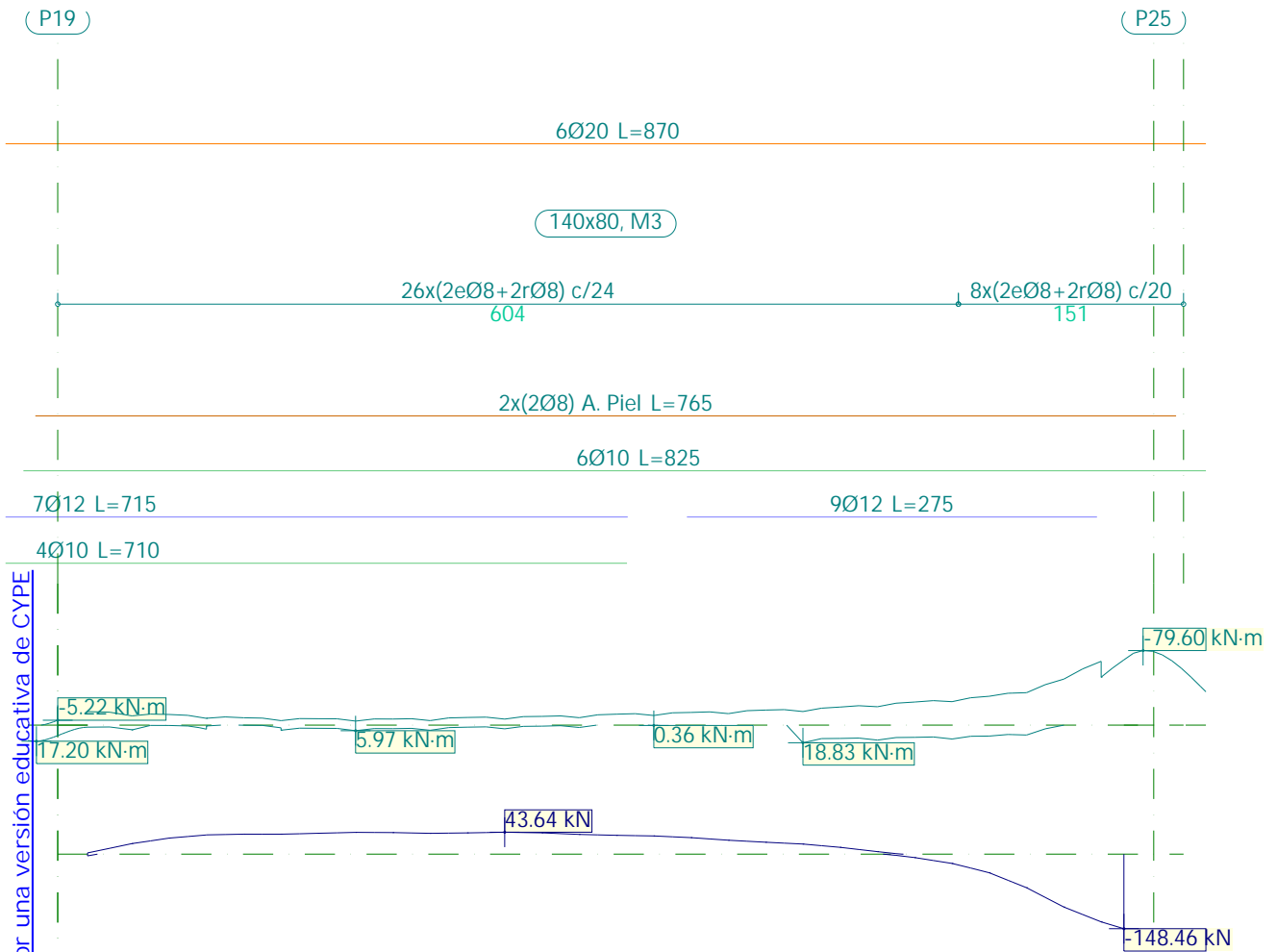
Producido por una versión educativa de CYPE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

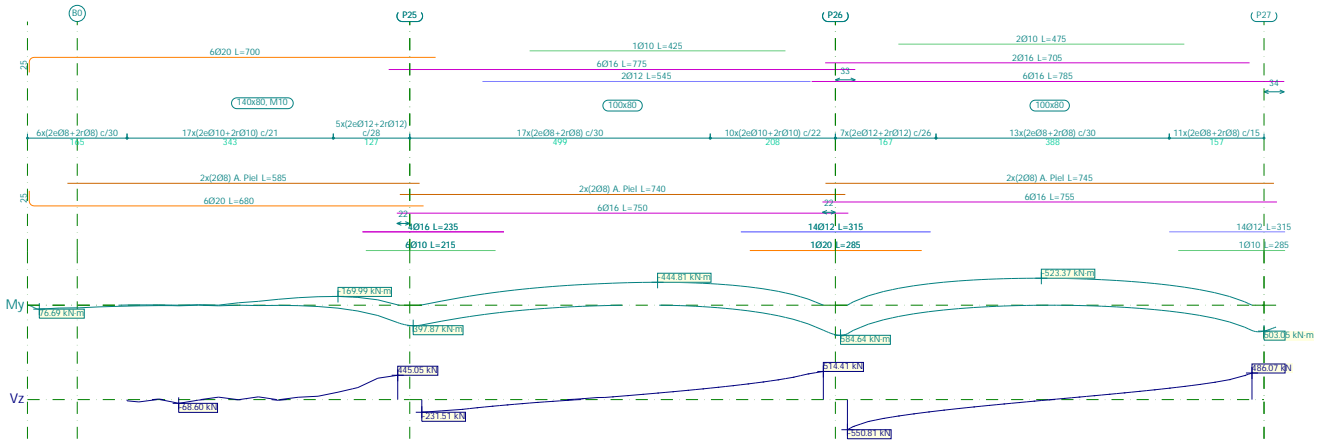
Fecha: 26/06/23



Pórtico 3		Tramo: P19-P25		
Sección		140x80		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-14.45	-16.08	-69.67
	[m]	0.00	4.55	6.95
Momento máx.	[kN·m]	5.97	3.94	18.83
	[m]	1.80	2.80	4.80
Cortante mín.	[kN]	-3.46	--	-148.46
	[m]	0.00	--	6.95
Cortante máx.	[kN]	43.35	43.64	21.88
	[m]	1.80	2.80	4.67
Torsor mín.	[kN]	-12.91	-14.67	-10.57
	[m]	2.05	3.05	5.05
Torsor máx.	[kN]	--	--	129.83
	[m]	--	--	6.80
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85
		Nec.	14.90	14.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	15.77	15.77
		Nec.	14.81	14.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	12.57	12.57
		Nec.	12.27	12.27



12.4. Pórtico 4



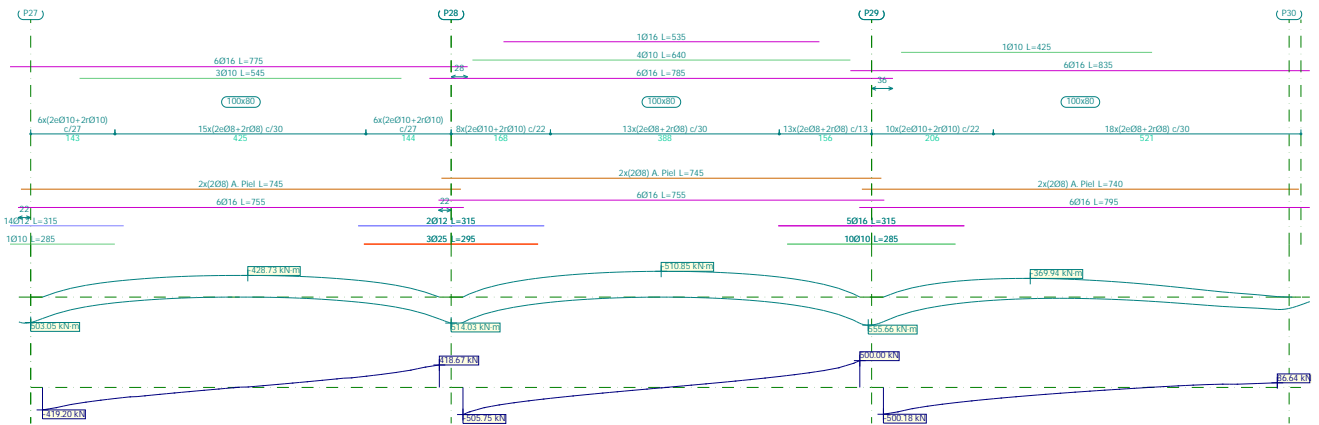
Pórtico 4		Tramo: B0-P25			Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			
Sección		140x80			100x80			100x80			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-9.36	-145.4	-169.9	-362.4	-444.8	-431.6	-496.9	-523.3	-469.8	
	[m]	1.19	2.84	3.50	2.17	3.92	4.54	2.22	3.22	4.60	
Momento máx.	[kN·m]	17.90	12.05	338.03	383.14	43.59	485.30	554.21	33.21	491.36	
	[m]	0.00	1.52	4.50	0.00	2.29	6.67	0.00	4.47	6.72	
Cortante mín.	[kN]	-68.60	-12.80	--	-231.5	-23.32	--	-550.8	-107.0	--	
	[m]	0.86	2.51	--	0.00	2.29	--	0.00	2.35	--	
Cortante máx.	[kN]	10.61	50.29	445.05	--	169.14	514.41	--	109.64	486.07	
	[m]	0.53	2.18	4.50	--	4.42	6.67	--	4.47	6.72	
Torsor mín.	[kN]	-151.6	-92.00	--	-7.36	-17.70	-20.16	-49.62	-6.98	-12.10	
	[m]	0.00	1.52	--	2.17	4.42	5.67	0.10	4.47	5.85	
Torsor máx.	[kN]	--	31.03	138.18	--	--	6.79	12.08	7.75	29.12	
	[m]	--	2.51	4.17	--	--	6.42	1.10	2.35	6.60	
Área Sup.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	18.85	15.11	15.11	15.11	17.66	17.66	17.66
	Nec.	14.94	14.94	14.98	13.02	14.22	14.22	16.70	16.79	16.26	
Área Inf.	[cm ²]	Real	18.85	18.85	28.32	24.82	12.06	31.04	31.04	12.06	28.68
	Nec.	14.94	14.94	15.44	12.69	10.61	18.46	20.05	10.61	16.54	
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	22.44	22.44	24.24	10.05	10.05	21.42	26.10	10.05	20.11
	Nec.	12.27	12.27	21.82	8.76	8.76	19.26	23.21	8.76	18.15	



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

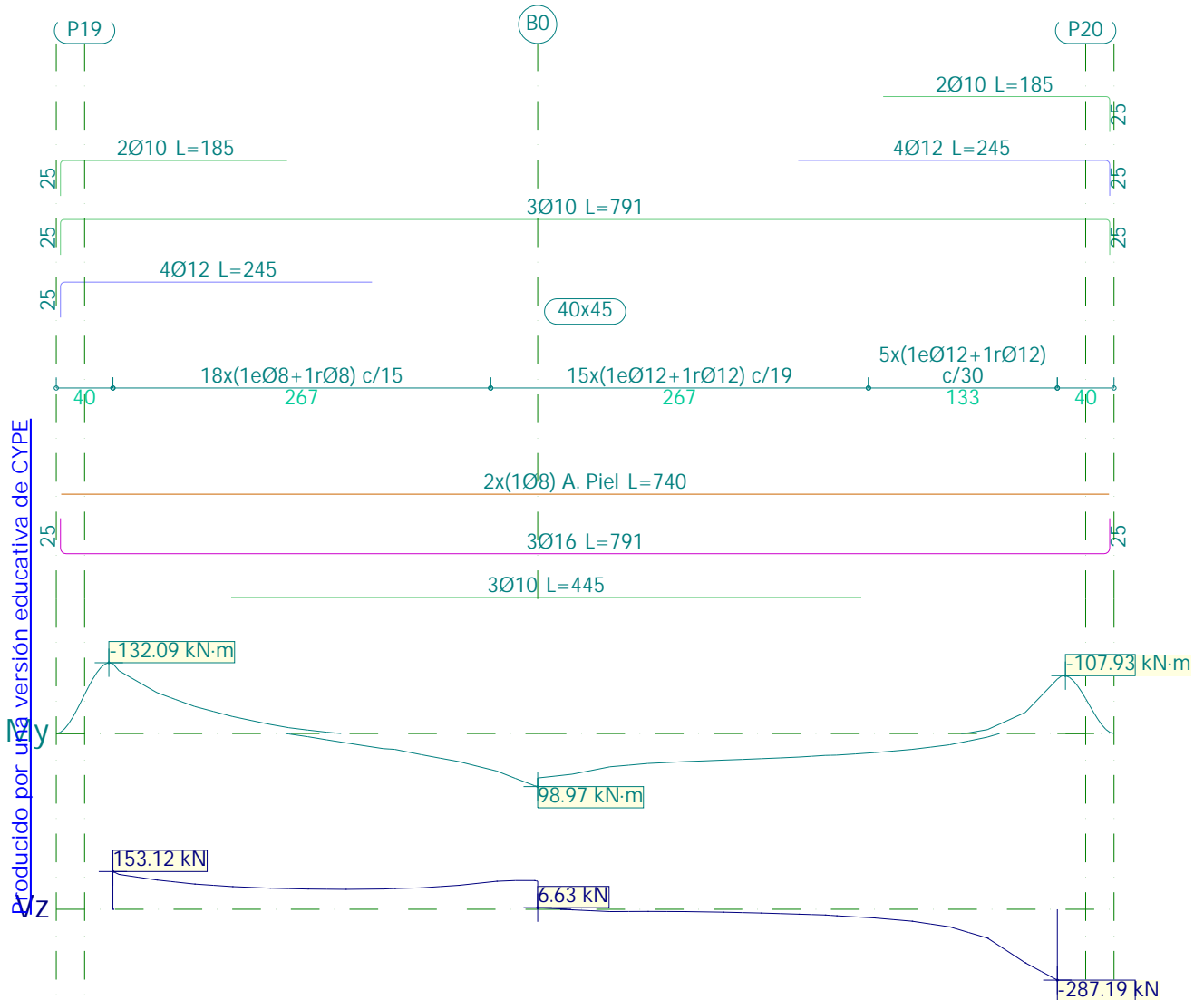


Pórtico 4		Tramo: P27-P28			Tramo: P28-P29			Tramo: P29-P30		
Sección		100x80			100x80			100x80		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-401.3 9	-428.7 3	-395.9 6	-473.5 9	-510.8 5	-479.9 3	-366.7 9	-369.9 4	-251.1 1
	[m]	2.23	3.48	4.60	2.23	3.36	4.48	2.11	2.49	4.49
Momento máx.	[kN·m]	424.22	26.76	433.00	502.63	26.99	519.21	486.71	71.27	244.48
	[m]	0.00	4.48	6.72	0.00	2.36	6.72	0.00	4.36	6.67
Cortante mín.	[kN]	-419.2 0	-91.36	--	-505.7 5	-106.3 3	--	-500.1 8	-174.2 3	-1.21
	[m]	0.00	2.35	--	0.00	2.36	--	0.00	2.24	4.49
Cortante máx.	[kN]	--	105.64	418.67	--	91.53	500.00	--	--	86.64
	[m]	--	4.48	6.72	--	4.36	6.72	--	--	6.67
Corsor mín.	[kN]	-12.85	-8.06	-12.40	-33.72	-5.97	-10.16	-7.87	--	--
	[m]	0.23	4.48	5.73	0.11	4.36	5.61	0.24	--	--
Corsor máx.	[kN]	12.34	6.59	11.84	12.87	8.08	44.43	20.57	18.78	10.95
	[m]	0.98	2.35	6.48	0.86	2.36	6.61	1.24	2.24	4.49
Área Sup.	[cm ²]	Real 14.42	14.42	14.42	17.22	17.22	17.22	12.85	12.85	12.20
	Nec.	13.55	13.69	13.49	16.12	16.38	16.21	11.82	11.79	10.61
Área Inf.	[cm ²]	Real 28.68	12.06	29.05	29.05	12.06	29.97	29.97	12.06	12.06
	Nec.	16.15	10.61	16.59	17.05	10.61	18.87	17.80	10.61	10.61
Área Transv.	[cm ² /m]	Real 17.45	10.05	17.45	21.42	10.05	23.20	21.42	10.05	10.05
	Nec.	15.69	8.76	15.72	18.99	8.76	20.94	18.72	8.76	8.76



13. PLANTA BAJA

13.1. Pórtico 24



Pórtico 24		Tramo: P19-P20		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-130.22	--	-101.50
	[m]	0.00	--	6.67
Momento máx.	[kN·m]	39.36	98.97	46.94
	[m]	2.18	3.00	4.58
Cortante mín.	[kN]	--	-13.51	-287.19
	[m]	--	4.44	6.67
Cortante máx.	[kN]	153.12	116.70	--
	[m]	0.00	2.84	--
Torsor mín.	[kN]	-5.83	-35.96	--
	[m]	2.18	2.98	--
Torsor máx.	[kN]	5.88	4.97	5.77
	[m]	0.00	3.00	6.44



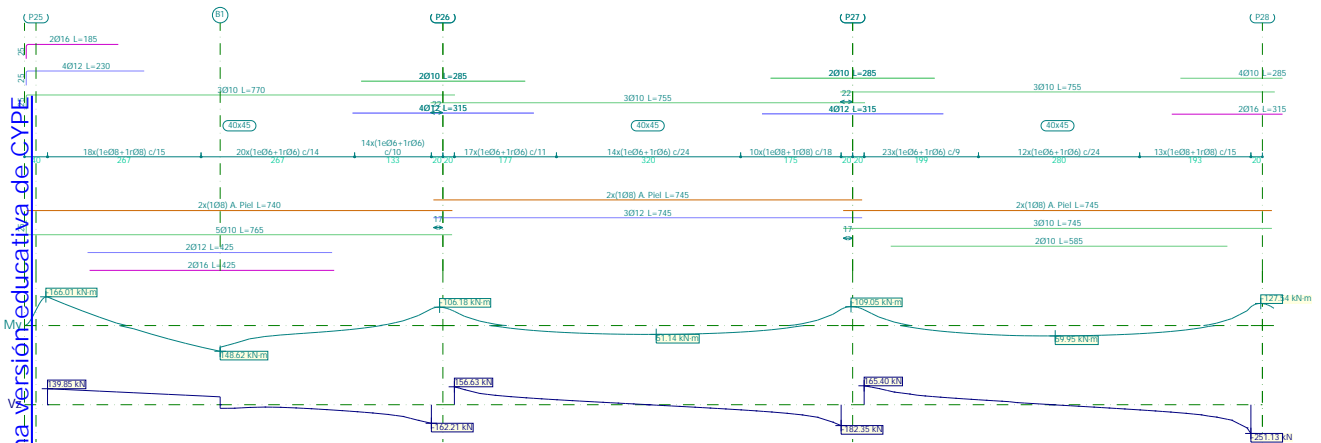
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 24			Tramo: P19-P20		
Sección			40x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.45	2.36	8.45
		Nec.	7.96	1.74	6.51
Área Inf.	[cm ²]	Real	8.39	8.39	8.39
		Nec.	3.89	7.72	3.03
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	10.05	17.86	17.86
		Nec.	7.71	16.25	10.34
F. Activa			0.58 mm, L/1450 (L: 0.84 m)		
F. A plazo infinito			3.52 mm, L/1677 (L: 5.90 m)		

13.2. Pórtico 25



Pórtico 25			Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			Tramo: P27-P28		
Sección			40x45			40x45			40x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-164.96	--	-96.42	-81.98	--	-93.95	-90.91	--	-108.32
	[m]		0.00	--	6.67	0.00	--	6.72	0.00	--	6.72
Momento máx.	[kN·m]		77.00	148.62	41.78	43.77	51.14	44.08	51.09	59.95	51.28
	[m]		2.10	3.00	4.58	2.17	3.51	4.57	2.12	3.32	4.52
Cortante mín.	[kN]		--	-31.67	-162.21	--	-29.04	-182.35	--	-32.81	-251.13
	[m]		--	3.00	6.67	--	4.44	6.72	--	4.39	6.72
Cortante máx.	[kN]		139.85	83.36	--	156.63	28.44	--	165.40	34.76	--
	[m]		0.00	2.40	--	0.00	2.31	--	0.00	2.25	--
Torsor mín.	[kN]		--	-8.99	-17.98	-3.87	-2.44	-22.75	-4.27	-2.47	-46.04
	[m]		--	3.00	6.44	0.97	2.31	6.57	1.05	2.25	6.65
Torsor máx.	[kN]		--	--	3.17	19.07	2.53	3.97	13.34	2.58	4.55
	[m]		--	--	5.38	0.00	4.44	5.51	0.00	4.25	5.59
Área Sup.	[cm ²]	Real	10.90	2.36	8.45	8.45	2.36	8.45	8.45	2.36	9.52
		Nec.	10.16	0.43	6.30	6.18	0.00	6.51	6.47	0.00	7.68
Área Inf.	[cm ²]	Real	10.21	10.21	10.21	3.39	3.39	3.39	3.93	3.93	3.93
		Nec.	6.15	9.41	3.01	2.82	2.98	2.83	3.32	3.50	3.26
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	10.05	10.05	8.48	7.71	3.53	8.38	9.42	3.53	10.05
		Nec.	8.92	5.71	7.70	6.97	3.51	7.52	8.41	3.51	8.72
F. Activa			5.23 mm, L/1275 (L: 6.67 m)			2.25 mm, L/2955 (L: 6.65 m)			3.93 mm, L/1709 (L: 6.72 m)		

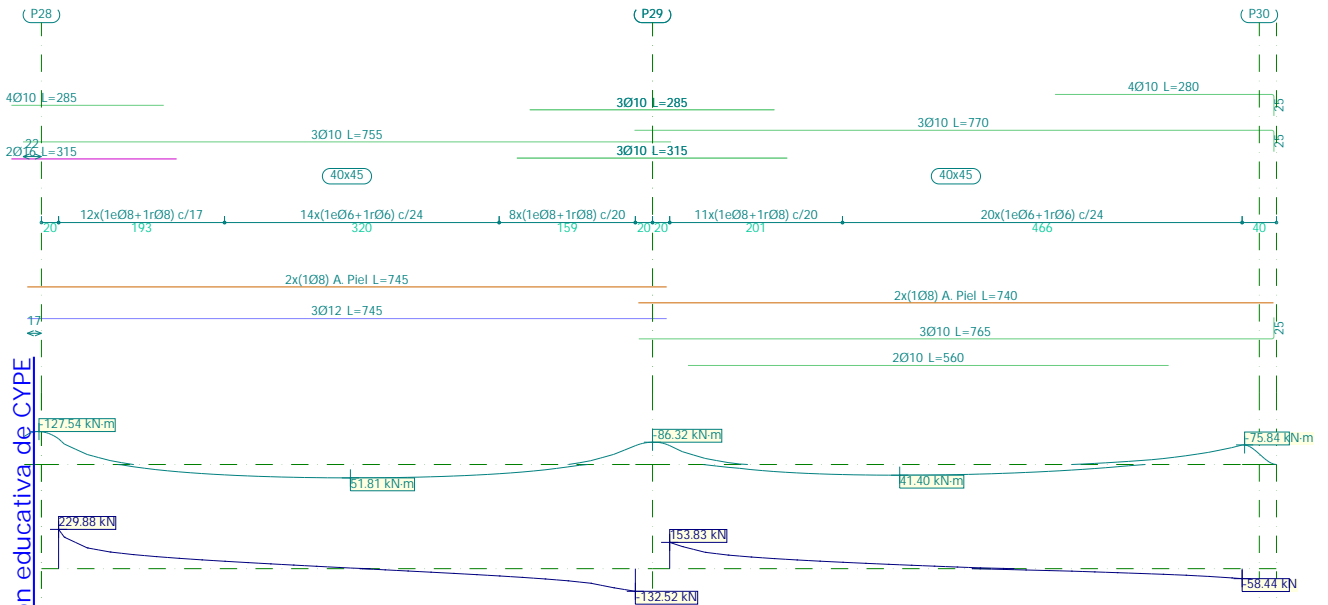


ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

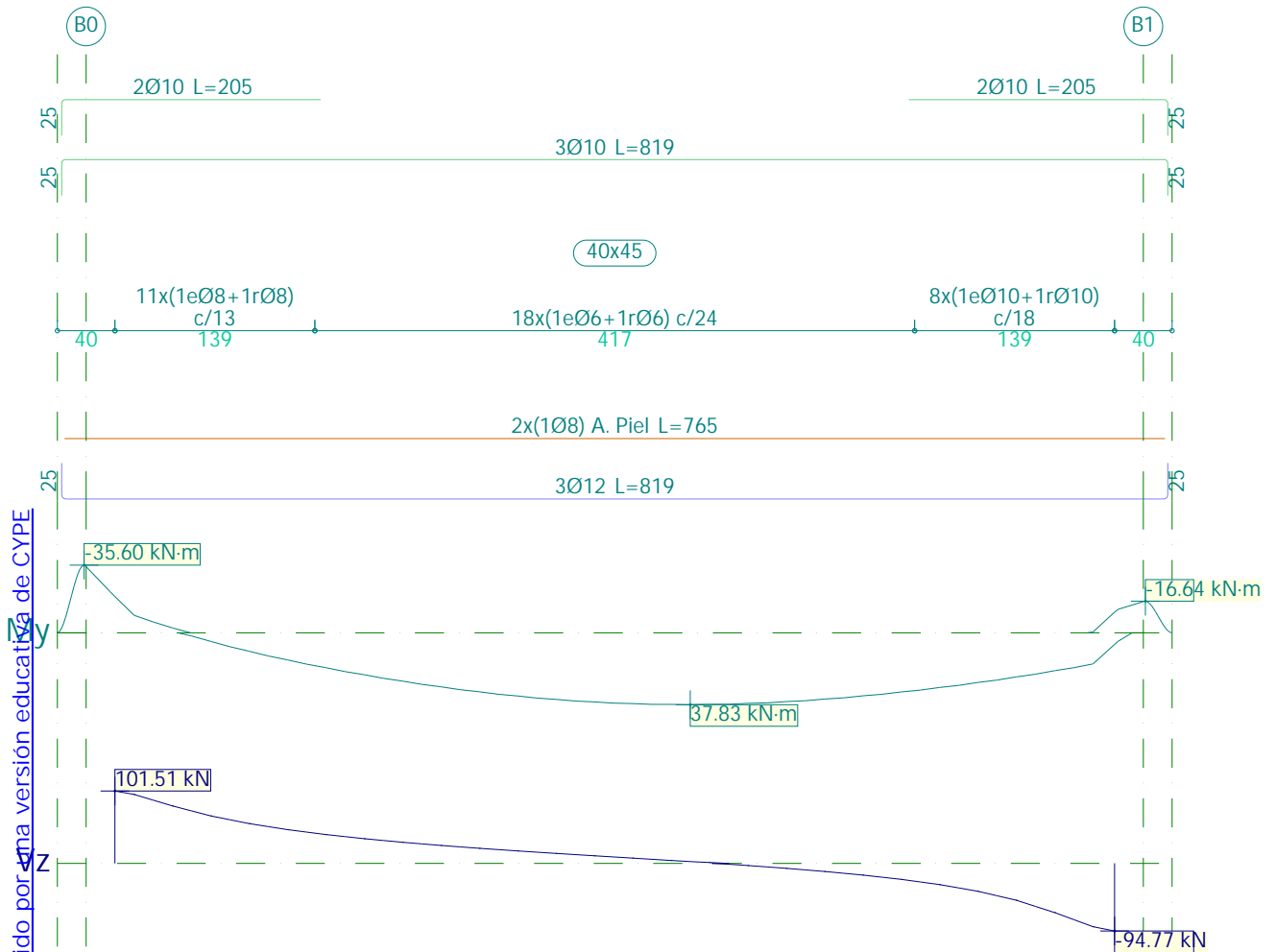
Pórtico 25	Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			Tramo: P27-P28		
Sección	40x45			40x45			40x45		
Zona	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
F. A plazo infinito	6.31 mm, L/1057 (L: 6.67 m)			2.93 mm, L/2296 (L: 6.72 m)			4.69 mm, L/1434 (L: 6.72 m)		



Pórtico 25		Tramo: P28-P29			Tramo: P29-P30			
Sección		40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-99.61	--	-72.87	-73.08	--	-75.50	
	[m]	0.00	--	6.72	0.00	--	6.67	
Momento máx.	[kN·m]	44.08	51.81	44.61	39.85	41.40	24.27	
	[m]	2.20	3.40	4.60	2.15	2.68	4.55	
Cortante mín.	[kN]	--	-24.09	-132.52	--	-11.10	-58.44	
x	[m]	--	4.47	6.72	--	4.41	6.67	
Cortante máx.	[kN]	229.88	31.91	--	153.83	31.30	--	
x	[m]	0.00	2.33	--	0.00	2.28	--	
Torsor mín.	[kN]	-4.30	-2.58	-12.80	-4.49	-3.58	-2.63	
x	[m]	0.87	2.33	6.47	0.95	2.28	6.55	
Torsor máx.	[kN]	44.43	1.64	2.97	16.91	--	--	
x	[m]	0.00	4.33	5.40	0.00	--	--	
Área Sup.	[cm ²]	Real	9.52	2.36	7.07	7.07	2.36	5.50
		Nec.	7.64	0.00	5.11	5.11	0.10	4.45
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	3.93	3.93	3.93
		Nec.	2.83	3.02	2.84	2.82	2.81	2.81
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.87	3.53	7.54	7.54	3.53	3.53
		Nec.	7.87	3.51	6.57	6.58	3.51	3.51
F. Activa		2.96 mm, L/2269 (L: 6.72 m)			0.45 mm, L/1450 (L: 0.66 m)			
F. A plazo infinito		3.66 mm, L/1836 (L: 6.72 m)			0.18 mm, L/2491 (L: 0.46 m)			



13.3. Pórtico 26



Pórtico 26		Tramo: B0-B1		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-19.10	--	-10.87
	[m]	0.00	--	6.95
Momento máx.	[kN·m]	28.41	37.83	36.18
	[m]	2.27	4.00	4.67
Cortante mín.	[kN]	--	-4.91	-94.77
	[m]	--	4.53	6.95
Cortante máx.	[kN]	101.51	23.19	--
	[m]	0.00	2.40	--
Torsor mín.	[kN]	-16.04	-1.72	--
	[m]	0.00	2.40	--
Torsor máx.	[kN]	--	--	23.49
	[m]	--	--	6.80
Área Sup.	[cm ²]	Real: 3.93	2.36	3.93
		Nec.: 2.82	0.00	2.84
Área Inf.	[cm ²]	Real: 3.39	3.39	3.39
		Nec.: 2.83	2.82	2.84



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

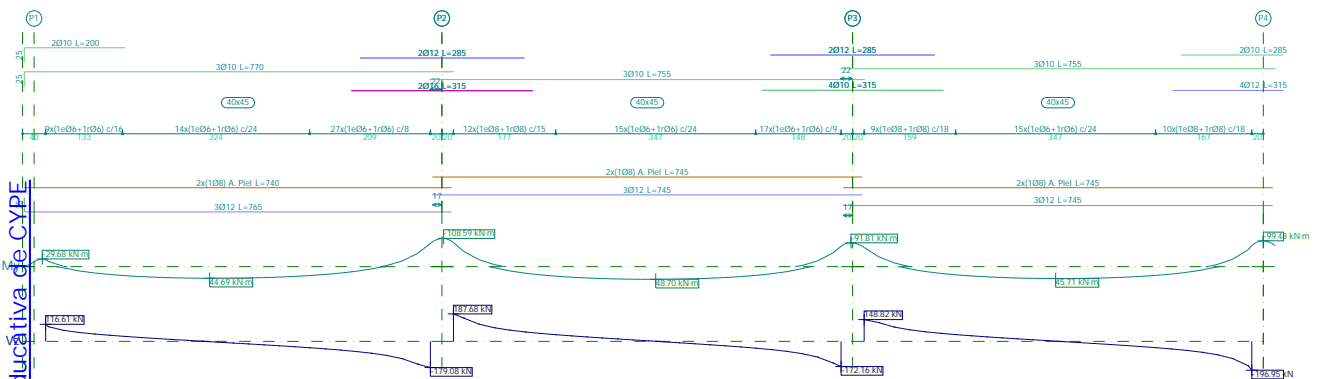
Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 26			Tramo: B0-B1		
Sección			40x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	11.60	3.53	13.09
		Nec.	10.57	3.51	11.85
F. Activa			2.92 mm, L/2380 (L: 6.95 m)		
F. A plazo infinito			4.10 mm, L/1696 (L: 6.95 m)		

14. PLANTA ALTA

14.1. Pórtico 1



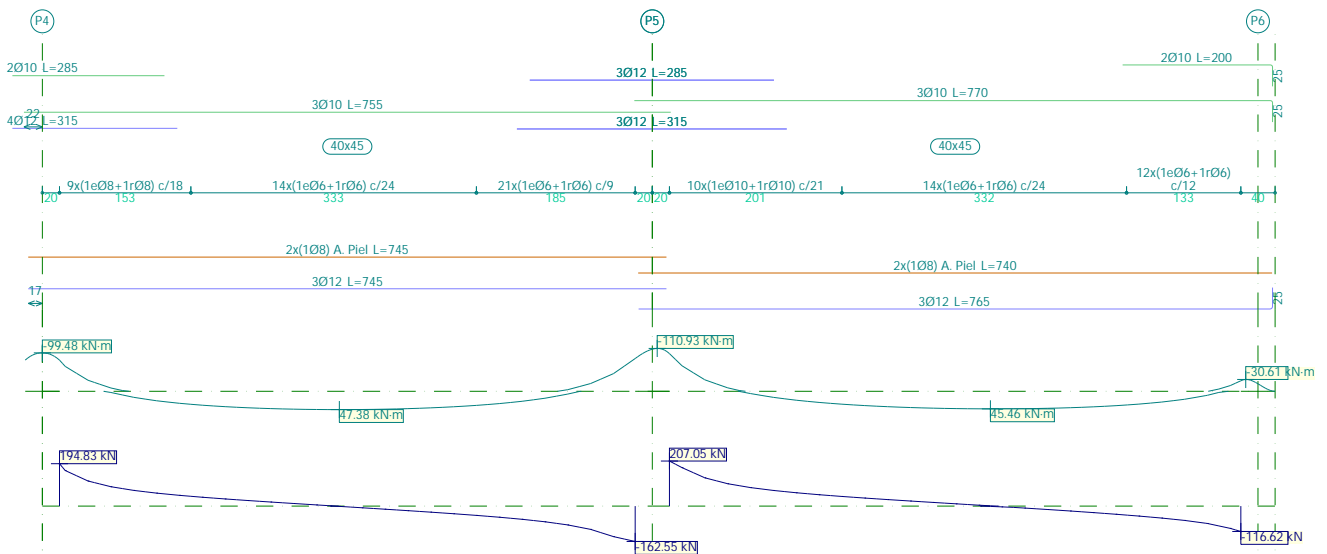
Pórtico 1			Tramo: P1-P2			Tramo: P2-P3			Tramo: P3-P4		
Sección			40x45			40x45			40x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]		-26.23	--	-89.14	-92.49	--	-78.34	-73.80	--	-80.76
		[m]	0.00	--	6.67	0.00	--	6.72	0.00	--	6.72
Momento máx.	[kN·m]		42.54	44.69	34.16	42.09	48.70	43.24	39.11	45.71	40.53
		[m]	2.18	2.84	4.58	2.17	3.51	4.57	2.12	3.32	4.52
Cortante mín.	[kN]		--	-39.94	-179.08	--	-23.02	-172.16	--	-24.49	-196.95
		[m]	--	4.44	6.67	--	4.44	6.72	--	4.39	6.72
Cortante máx.	[kN]		116.61	10.29	--	187.68	30.43	--	148.82	27.59	--
		[m]	0.00	2.31	--	0.00	2.31	--	0.00	2.25	--
Torsor mín.	[kN]		-8.54	-3.47	-5.46	-6.03	-2.08	-4.17	-2.12	-2.04	-4.41
		[m]	0.00	4.31	5.64	0.00	4.44	5.77	0.00	4.25	5.85
Torsor máx.	[kN]		3.20	--	3.13	4.95	2.89	6.32	4.42	2.26	13.63
		[m]	0.58	--	6.44	0.71	2.31	6.57	0.79	2.25	6.65
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.93	2.36	8.64	8.64	2.36	7.76	7.76	2.36	8.45
		Nec.	2.81	0.00	6.47	6.50	0.00	5.42	5.43	0.00	5.92
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec.	2.82	2.82	2.82	2.83	2.84	2.82	2.83	2.82	2.83
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.30	3.53	10.60	10.05	3.53	9.42	8.38	3.53	8.38
		Nec.	4.78	3.51	9.21	9.12	3.51	8.14	7.67	3.51	7.52
F. Activa			2.82 mm, L/2362 (L: 6.67 m)			1.87 mm, L/3544 (L: 6.61 m)			2.09 mm, L/3222 (L: 6.72 m)		
F. A plazo infinito			4.20 mm, L/1587 (L: 6.67 m)			2.54 mm, L/2607 (L: 6.61 m)			2.92 mm, L/2304 (L: 6.72 m)		



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

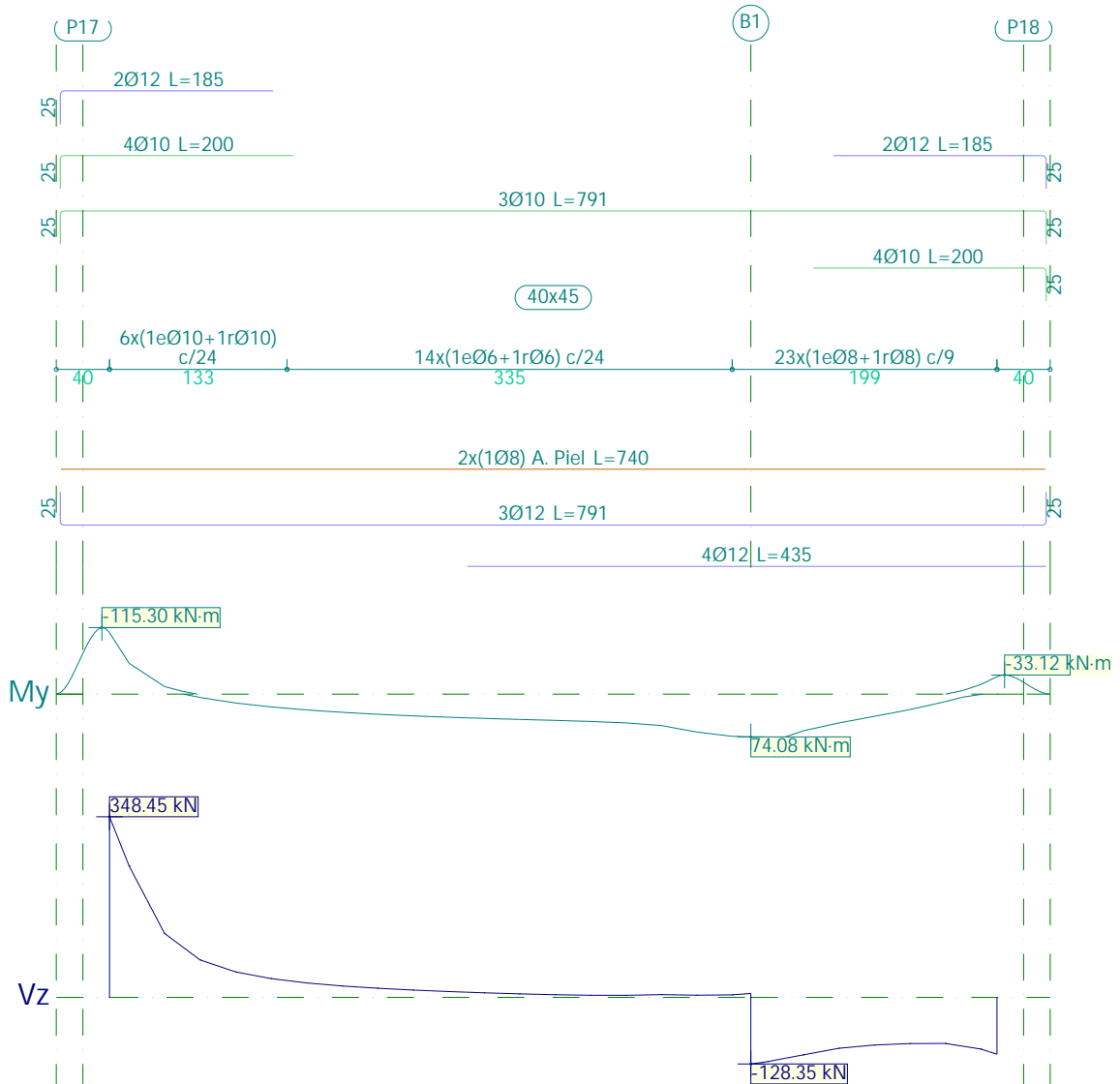
Fecha: 26/06/23



Pórtico 1		Tramo: P4-P5			Tramo: P5-P6			
Sección		40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-80.72	--	-84.80	-97.54	--	-27.22	
	[m]	0.00	--	6.72	0.00	--	6.67	
Momento máx.	[kN·m]	42.65	47.38	40.06	35.25	45.46	43.34	
	[m]	2.20	3.27	4.60	2.15	3.75	4.55	
Cortante mín.	[kN]	--	-31.43	-162.55	--	-15.63	-116.62	
	[m]	--	4.47	6.72	--	4.41	6.67	
Cortante máx.	[kN]	194.83	22.13	--	207.05	36.94	--	
	[m]	0.00	2.33	--	0.00	2.28	--	
Esfuerzo mín.	[kN]	-14.02	-2.66	-4.92	-6.51	-1.67	-4.19	
	[m]	0.00	4.33	5.67	0.00	4.41	6.01	
Esfuerzo máx.	[kN]	4.21	1.79	2.02	5.44	3.42	3.14	
	[m]	0.60	2.33	6.47	0.68	2.28	6.55	
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.45	2.36	9.14	9.14	2.36	3.93
		Nec.	5.92	0.00	6.48	6.67	0.00	2.81
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec.	2.83	2.82	2.82	2.84	2.82	2.82
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.38	3.53	9.42	11.22	3.53	7.07
		Nec.	7.37	3.51	8.37	10.08	3.51	6.32
F. Activa		1.80 mm, L/3744 (L: 6.72 m)			2.98 mm, L/2240 (L: 6.67 m)			
F. A plazo infinito		2.47 mm, L/2726 (L: 6.72 m)			4.36 mm, L/1529 (L: 6.67 m)			



14.2. Pórtico 2



Producido por una versión educativa de CYPE

Pórtico 2		Tramo: P17-P18		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-106.58	--	-30.20
	[m]	0.00	--	6.67
Momento máx.	[kN·m]	36.30	65.55	96.66
	[m]	2.15	4.41	4.82
Cortante mín.	[kN]	--	--	-128.35
	[m]	--	--	4.82
Cortante máx.	[kN]	348.45	14.23	7.64
	[m]	0.00	2.28	4.82
Torsor mín.	[kN]	--	-2.68	-18.81
	[m]	--	4.15	4.68
Torsor máx.	[kN]	--	--	27.69
	[m]	--	--	4.82



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

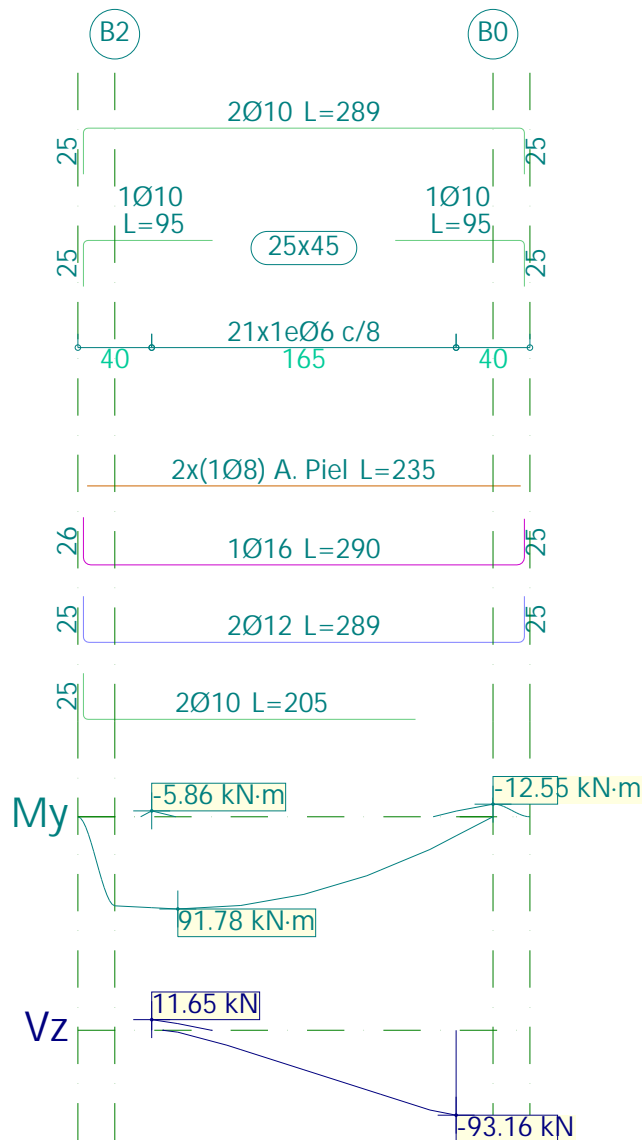
Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 2		Tramo: P17-P18			
Sección		40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.76	2.36	7.76
		Nec.	6.93	0.00	2.83
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	7.92	7.92
		Nec.	2.84	5.73	7.09
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	9.82	3.53	16.76
		Nec.	8.66	3.51	15.07
F. Activa		3.77 mm, L/1769 (L: 6.67 m)			
F. A plazo infinito		5.38 mm, L/1239 (L: 6.67 m)			

14.3. Pórtico 3

Producido por una versión educativa de CYPE





ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

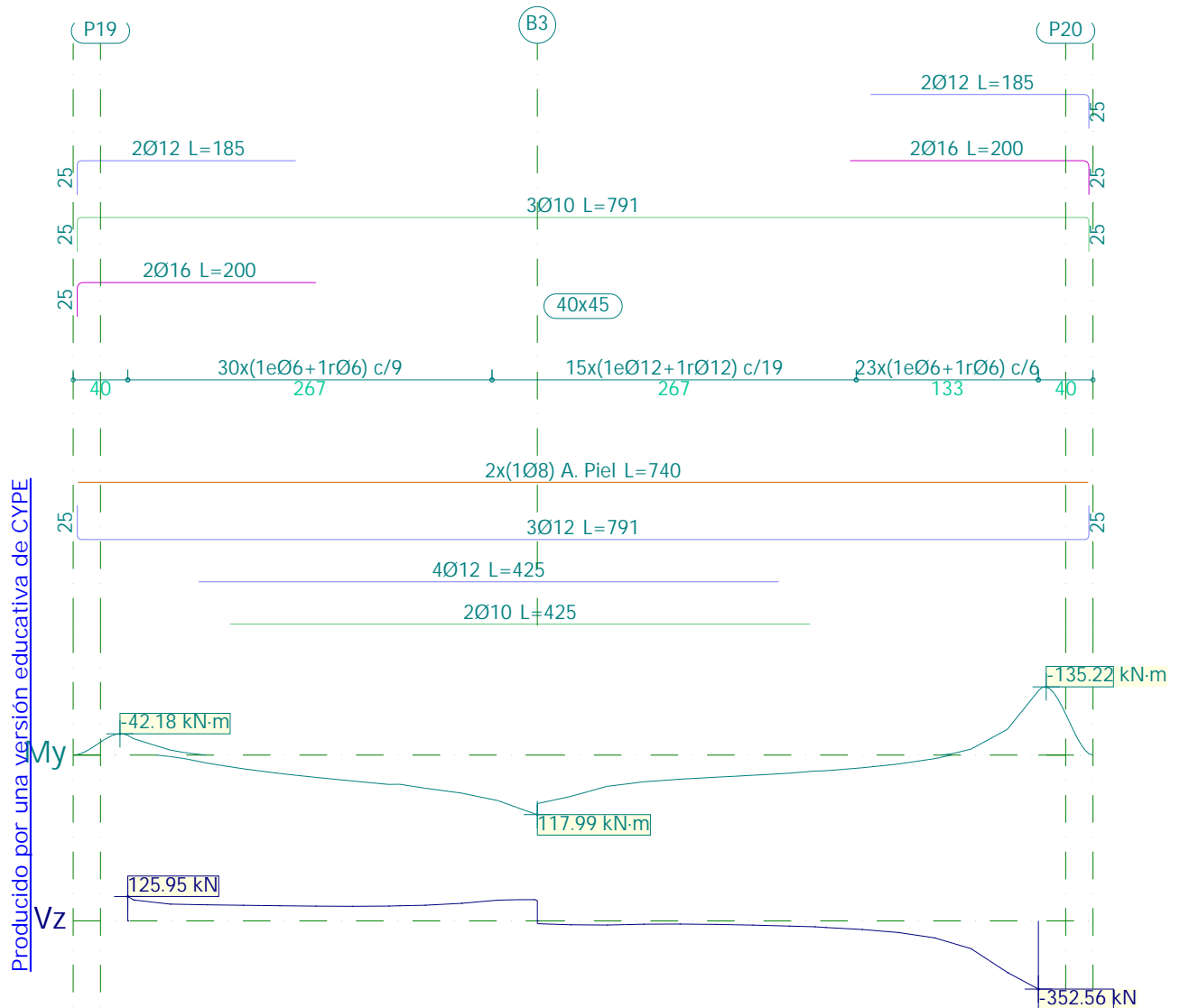
Fecha: 26/06/23

Pórtico 3			Tramo: B2-B0		
Sección			25x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín. x	[kN·m]		-5.86	--	-5.66
	[m]		0.00	--	1.65
Momento máx. x	[kN·m]		91.78	77.23	58.65
	[m]		0.14	0.83	1.17
Cortante mín. x	[kN]		-21.28	-43.36	-93.16
	[m]		0.48	0.83	1.65
Cortante máx. x	[kN]		11.65	--	--
	[m]		0.00	--	--
Torsor mín. x	[kN]		--	--	--
	[m]		--	--	--
Torsor máx. x	[kN]		--	--	--
	[m]		--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	2.29	1.57	2.29
		Nec.	1.76	0.00	1.76
Área Inf.	[cm ²]	Real	5.84	5.84	5.84
		Nec.	5.54	5.32	4.62
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	7.07	7.07	7.07
		Nec.	2.19	2.95	6.36
Activa			1.49 mm, L/1107 (L: 1.65 m)		
A plazo infinito			1.71 mm, L/967 (L: 1.65 m)		

Producido por una versión educativa de CYPE



14.4. Pórtico 4



Producido por una versión educativa de CYPE

Pórtico 4		Tramo: P19-P20		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-39.05	--	-127.48
	[m]	0.00	--	6.67
Momento máx.	[kN·m]	65.55	117.99	39.98
	[m]	2.18	3.00	4.58
Cortante mín.	[kN]	--	-21.60	-352.56
	[m]	--	3.51	6.67
Cortante máx.	[kN]	125.95	109.77	--
	[m]	0.00	2.98	--
Torsor mín.	[kN]	-6.63	-38.90	--
	[m]	2.18	2.98	--
Torsor máx.	[kN]	35.58	6.18	2.85
	[m]	0.00	3.00	6.44



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

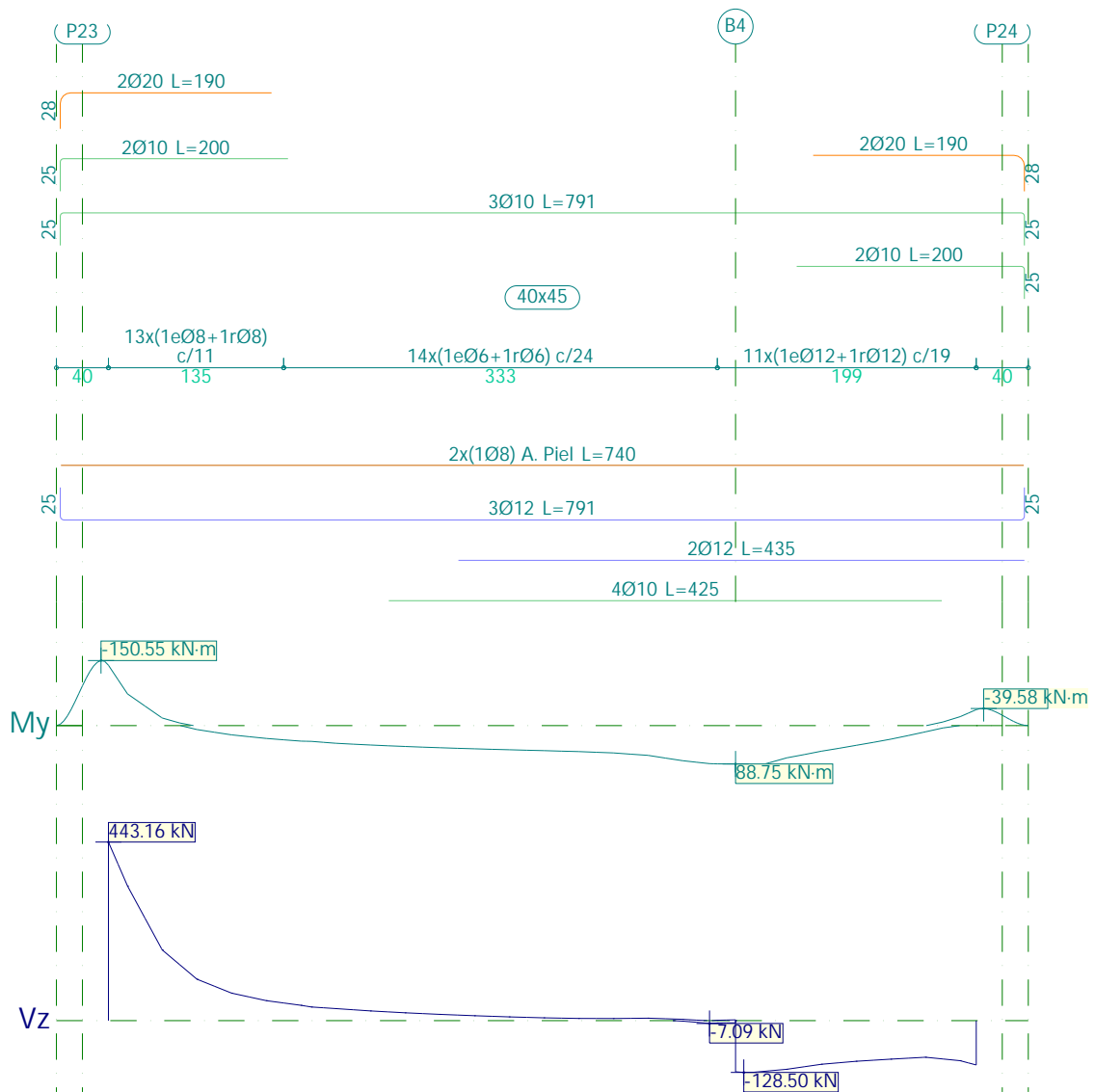
Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 4			Tramo: P19-P20		
Sección			40x45		
Zona			1/3L	2/3L	3/3L
Área Sup.	[cm ²]	Real	8.64	2.36	8.64
		Nec.	2.82	1.88	8.13
Área Inf.	[cm ²]	Real	9.49	9.49	7.85
		Nec.	5.20	9.03	2.86
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	9.42	17.86	17.86
		Nec.	7.00	16.42	12.49
F. Activa			5.27 mm, L/1266 (L: 6.67 m)		
F. A plazo infinito			7.23 mm, L/923 (L: 6.67 m)		

14.5. Pórtico 5

Producido por una versión educativa de CYPE





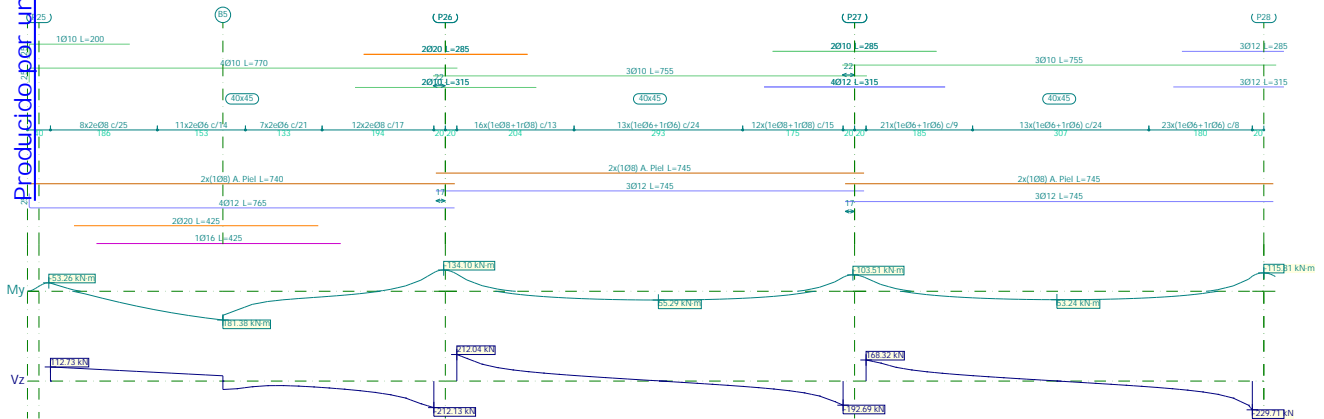
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 5		Tramo: P23-P24		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-139.68	--	-37.01
	[m]	0.00	--	6.67
Momento máx.	[kN·m]	46.65	81.17	108.37
	[m]	2.15	4.41	4.82
Cortante mín.	[kN]	--	-1.26	-128.50
	[m]	--	4.41	4.88
Cortante máx.	[kN]	443.16	19.45	1.96
	[m]	0.00	2.28	4.82
Torsor mín.	[kN]	-3.15	--	-31.41
	[m]	0.00	--	4.82
Torsor máx.	[kN]	--	2.69	32.23
	[m]	--	4.15	6.55
Área Sup.	[cm ²]	Real	10.21	2.36
		Nec.	9.20	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	8.80
		Nec.	2.98	6.44
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	13.71	3.53
		Nec.	12.28	3.51
Activa		4.56 mm, L/1462 (L: 6.67 m)		
A plazo infinito		6.60 mm, L/1011 (L: 6.67 m)		

4.6. Pórtico 6



Pórtico 6		Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			Tramo: P27-P28		
Sección		40x45			40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-51.23	--	-117.55	-108.40	--	-88.01	-83.64	--	-95.06
	[m]	0.00	--	6.67	0.00	--	6.72	0.00	--	6.72
Momento máx.	[kN·m]	135.06	181.38	39.08	46.37	55.29	49.87	45.38	53.24	46.91
	[m]	2.10	3.00	4.58	2.17	3.51	4.57	2.12	3.32	4.52
Cortante mín.	[kN]	--	-67.34	-212.13	--	-25.64	-192.69	--	-29.50	-229.71
	[m]	--	3.00	6.67	--	4.44	6.72	--	4.39	6.72
Cortante máx.	[kN]	112.73	56.23	--	212.04	36.15	--	168.32	30.88	--
	[m]	0.00	2.40	--	0.00	2.31	--	0.00	2.25	--

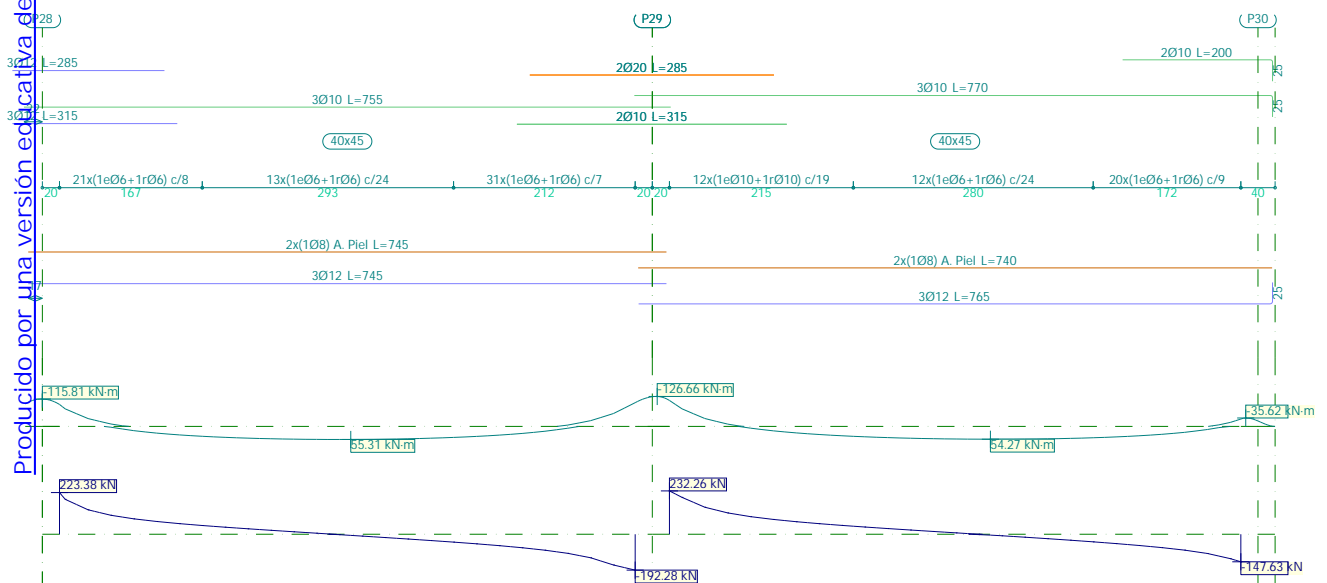


ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 6		Tramo: P25-P26			Tramo: P26-P27			Tramo: P27-P28			
Sección		40x45			40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Torsor mín.	[kN]	--	-10.40	-6.50	-5.77	-3.35	-8.46	-4.82	-2.46	-18.73	
	[m]	--	3.00	6.44	0.71	2.31	6.57	0.79	2.25	6.65	
Torsor máx.	[kN]	--	2.21	5.42	6.88	2.38	4.67	3.61	2.46	5.03	
	[m]	--	4.31	5.64	0.00	4.44	5.77	0.00	4.25	5.85	
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.93	3.14	11.00	10.21	2.36	8.45	8.45	2.36	9.14
		Nec.	3.11	0.50	8.13	8.10	0.00	6.17	6.12	0.00	6.90
Área Inf.	[cm ²]	Real	12.82	12.82	7.53	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec.	9.28	11.67	2.94	3.10	3.23	3.10	2.90	3.11	2.96
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.08	8.08	11.83	11.60	3.53	10.05	9.42	3.53	10.60
		Nec.	7.06	6.98	10.46	10.49	3.51	9.11	8.53	3.51	9.62
F. Activa		10.42 mm, L/640 (L: 6.67 m)			1.92 mm, L/3229 (L: 6.19 m)			2.90 mm, L/2318 (L: 6.72 m)			
F. A plazo infinito		12.13 mm, L/550 (L: 6.67 m)			2.53 mm, L/2471 (L: 6.24 m)			3.75 mm, L/1791 (L: 6.72 m)			



Pórtico 6		Tramo: P28-P29			Tramo: P29-P30		
Sección		40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-92.94	--	-100.43	-109.84	--	-31.15
	[m]	0.00	--	6.72	0.00	--	6.67
Momento máx.	[kN·m]	49.68	55.31	46.58	41.99	54.27	51.77
	[m]	2.20	3.40	4.60	2.15	3.75	4.55
Cortante mín.	[kN]	--	-37.94	-192.28	--	-23.70	-147.63
	[m]	--	4.47	6.72	--	4.41	6.67
Cortante máx.	[kN]	223.38	25.20	--	232.26	38.73	--
	[m]	0.00	2.33	--	0.00	2.28	--
Torsor mín.	[kN]	-4.70	-2.00	-2.98	-5.76	-3.39	--
	[m]	0.60	2.33	6.47	0.68	2.28	--



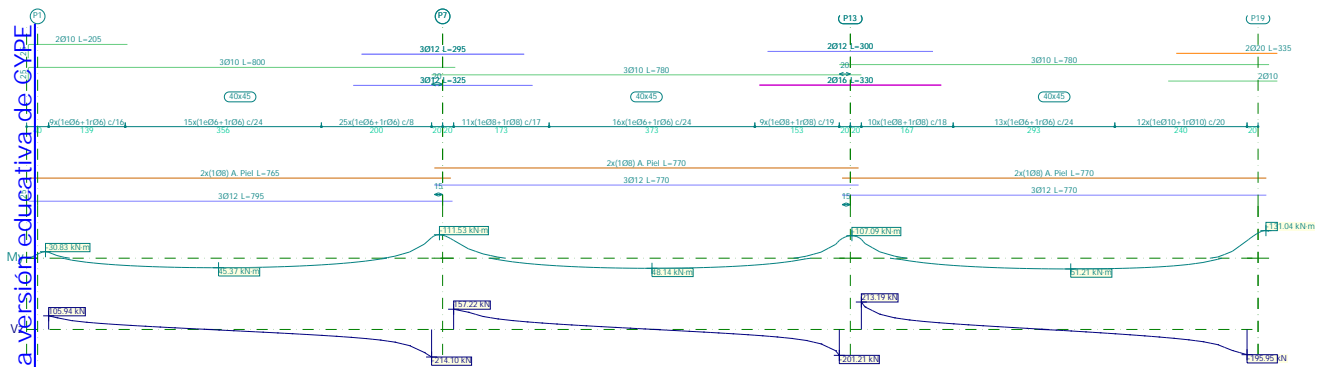
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 6		Tramo: P28-P29			Tramo: P29-P30			
Sección		40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Torsor máx.	[kN]	18.90	3.25	5.86	8.97	2.65	6.15	
	[m]	0.00	4.33	5.67	0.00	4.41	6.01	
Área Sup.	[cm ²]	Real	9.14	2.36	10.21	10.21	2.36	3.93
		Nec.	6.90	0.00	7.56	7.71	0.00	2.81
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec.	3.11	3.23	3.18	2.89	3.17	3.21
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	10.60	3.53	12.12	12.40	3.53	9.42
		Nec.	9.24	3.51	10.68	11.20	3.51	8.34
F. Activa		2.41 mm, L/2738 (L: 6.59 m)			4.13 mm, L/1615 (L: 6.67 m)			
F. A plazo infinito		3.05 mm, L/2158 (L: 6.58 m)			5.51 mm, L/1211 (L: 6.67 m)			

14.7. Pórtico 7



Pórtico 7		Tramo: P1-P7			Tramo: P7-P13			Tramo: P13-P19			
Sección		40x45			40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento mín.	[kN·m]	-27.93	--	-97.91	-84.90	--	-84.09	-89.55	--	-83.37	
	[m]	0.00	--	6.95	0.00	--	7.00	0.00	--	7.00	
Momento máx.	[kN·m]	43.19	45.37	35.65	41.33	48.14	43.51	43.93	51.21	48.31	
	[m]	2.28	3.08	4.68	2.27	3.60	4.67	2.33	3.80	4.73	
Cortante mín.	[kN]	--	-35.94	-214.10	--	-23.53	-201.21	--	-33.27	-195.95	
	[m]	--	4.55	6.95	--	4.67	7.00	--	4.60	7.00	
Cortante máx.	[kN]	105.94	10.15	--	157.22	28.63	--	213.19	25.67	--	
	[m]	0.00	2.42	--	0.00	2.40	--	0.00	2.33	--	
Torsor mín.	[kN]	-3.15	--	-5.67	-4.61	-2.71	-11.97	-4.33	-1.94	-2.93	
	[m]	0.68	--	6.82	0.80	2.40	6.93	0.60	2.33	6.73	
Torsor máx.	[kN]	2.04	3.15	5.27	1.33	1.89	4.05	12.44	3.95	6.61	
	[m]	0.00	4.42	6.02	0.00	4.53	6.13	0.00	4.60	5.93	
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.93	2.36	9.14	9.14	2.36	8.64	8.64	2.36	10.21
		Nec.	2.81	0.00	6.64	6.54	0.00	6.40	6.41	0.19	7.27
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec.	2.82	2.82	2.82	2.83	2.82	2.83	2.83	3.18	3.16
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	5.30	3.53	10.60	8.87	3.53	7.94	8.38	11.78	11.78
		Nec.	4.74	3.51	9.60	7.96	3.51	7.15	7.59	3.51	10.65
F. Activa		3.09 mm, L/2252 (L: 6.95 m)			1.92 mm, L/3639 (L: 7.00 m)			2.58 mm, L/2718 (L: 7.00 m)			

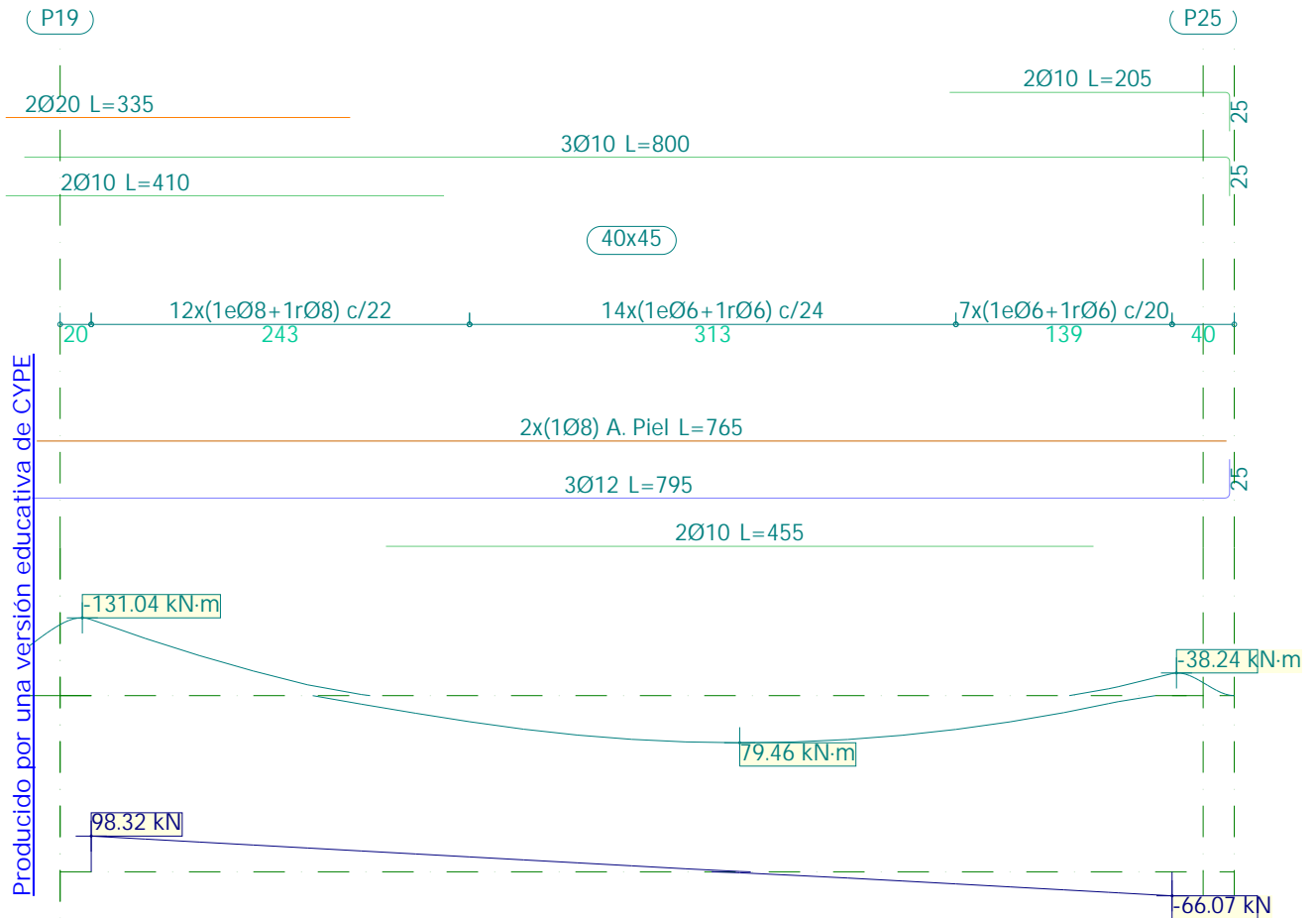


ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 7	Tramo: P1-P7			Tramo: P7-P13			Tramo: P13-P19		
Sección	40x45			40x45			40x45		
Zona	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
F. A plazo infinito	4.55 mm, L/1527 (L: 6.95 m)			2.61 mm, L/2680 (L: 7.00 m)			3.73 mm, L/1877 (L: 7.00 m)		



Pórtico 7		Tramo: P19-P25		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-128.10	--	-37.16
x	[m]	0.00	--	6.95
Momento máx.	[kN·m]	29.64	79.46	73.88
x	[m]	2.09	4.17	4.87
Cortante mín.	[kN]	--	-9.71	-66.07
x	[m]	--	4.52	6.95
Cortante máx.	[kN]	98.32	41.06	--
x	[m]	0.00	2.43	--
Torsor mín.	[kN]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Torsor máx.	[kN]	--	--	--
x	[m]	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	10.21	3.93
		Nec.	7.94	2.81



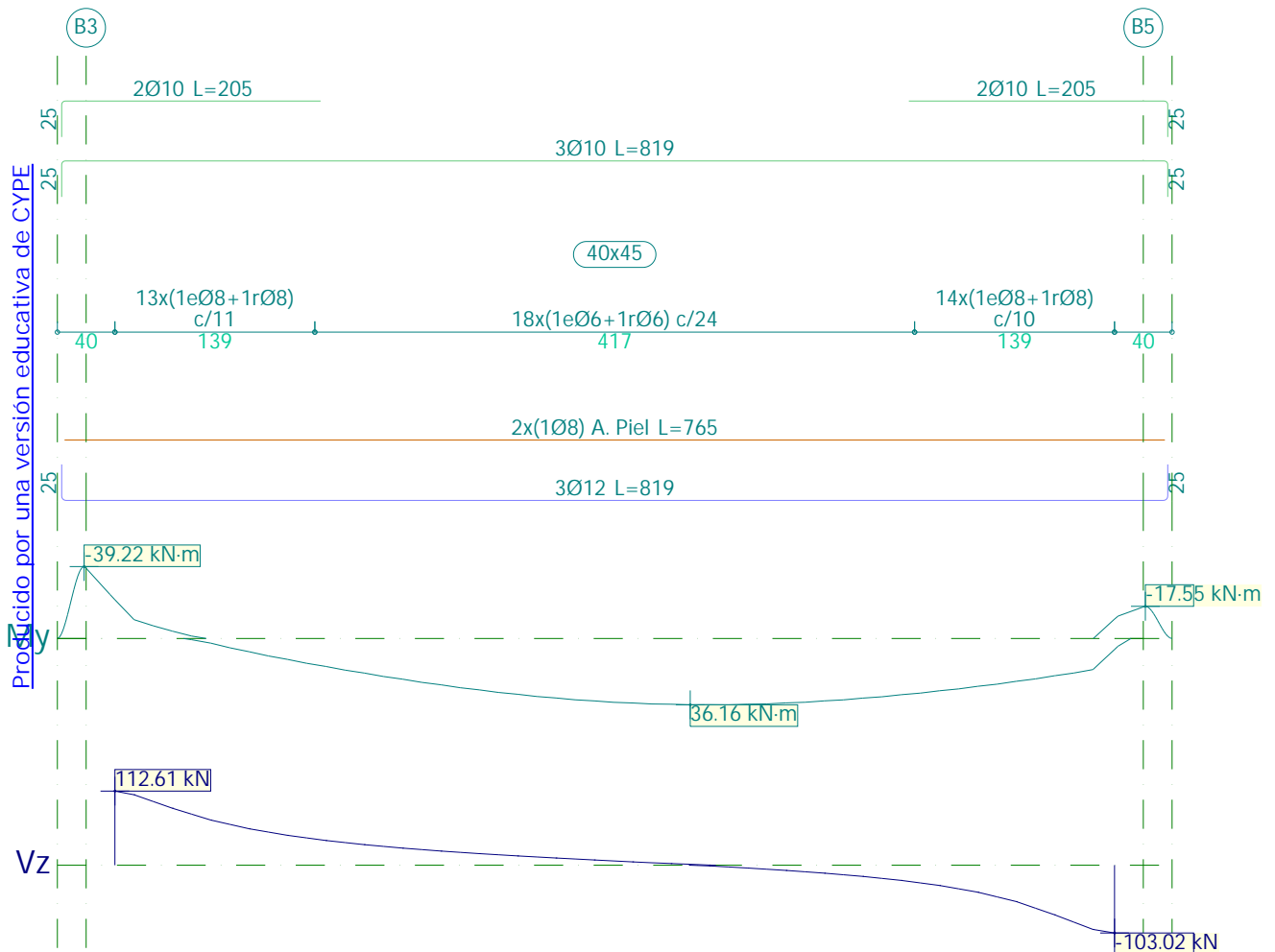
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 7		Tramo: P19-P25			
Sección		40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	
Área Inf.	[cm ²]	Real	4.59	4.96	4.96
		Nec.	2.83	4.67	4.59
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	6.86	6.86	4.24
		Nec.	6.10	3.51	3.84
F. Activa		3.63 mm, L/1804 (L: 6.54 m)			
F. A plazo infinito		3.96 mm, L/1634 (L: 6.47 m)			

14.8. Pórtico 8



Pórtico 8		Tramo: B3-B5		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-21.13	--	-10.59
	x [m]	0.00	--	6.95
Momento máx.	[kN·m]	25.25	36.16	35.12
	x [m]	2.27	4.00	4.67
Cortante mín.	[kN]	--	-6.14	-103.02
	x [m]	--	4.53	6.95



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

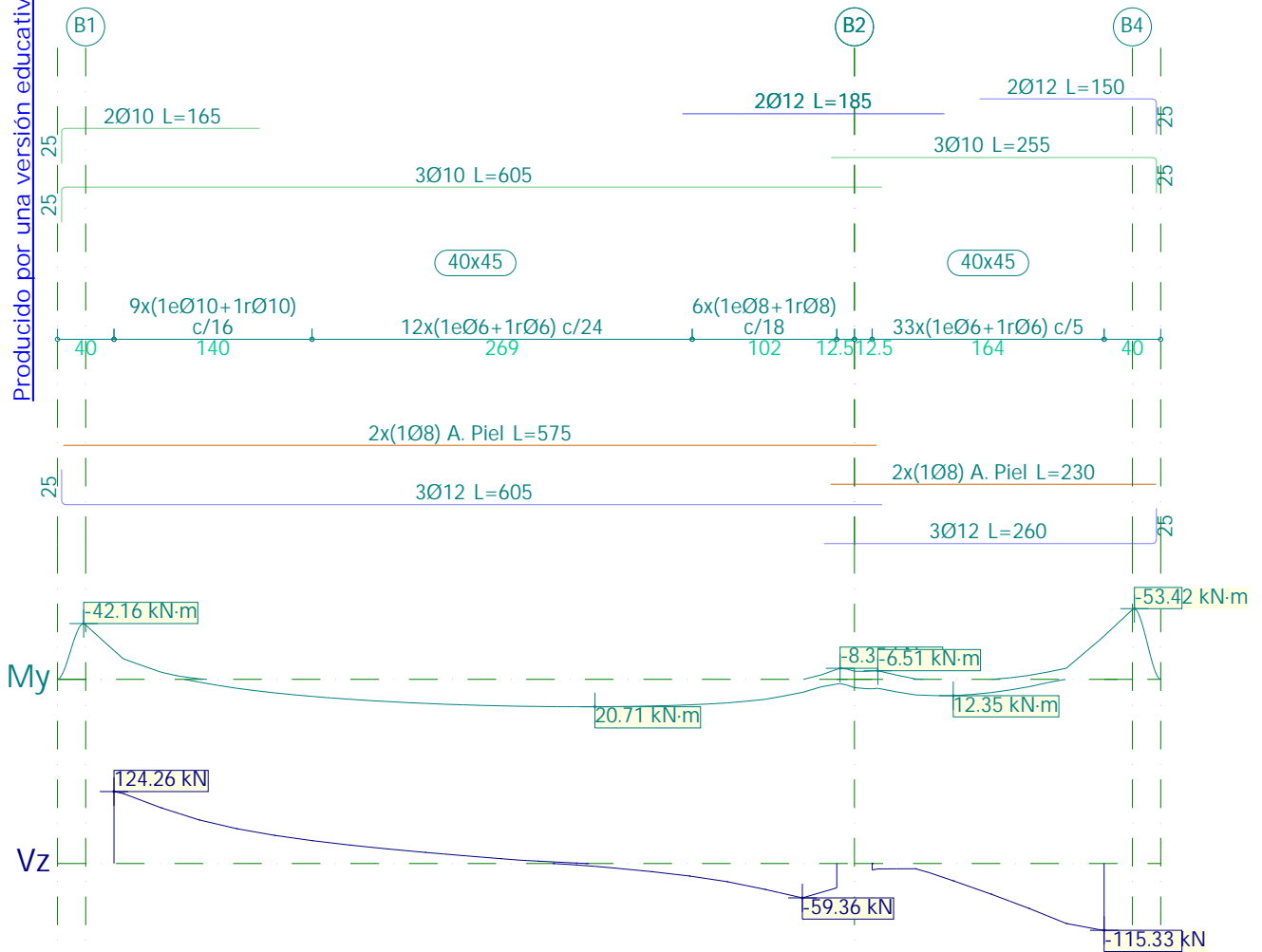
Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 8		Tramo: B3-B5		
Sección		40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L
Cortante máx.	[kN]	112.61	19.54	--
	[m]	0.00	2.40	--
Torsor mín.	[kN]	-21.89	--	--
	[m]	0.00	--	--
Torsor máx.	[kN]	--	--	29.76
	[m]	--	--	6.80
Área Sup.	[cm ²]	Real: 3.93	2.36	3.93
		Nec.: 3.28	0.00	2.82
Área Inf.	[cm ²]	Real: 3.39	3.39	3.39
		Nec.: 2.83	2.82	2.83
Área Transv.	[cm ² /m]	Real: 13.71	3.53	15.08
		Nec.: 12.66	3.51	13.81
F. Activa		2.65 mm, L/2626 (L: 6.95 m)		
A plazo infinito		3.77 mm, L/1844 (L: 6.95 m)		

Producido por una versión educativa de CYPE

4.9. Pórtico 9





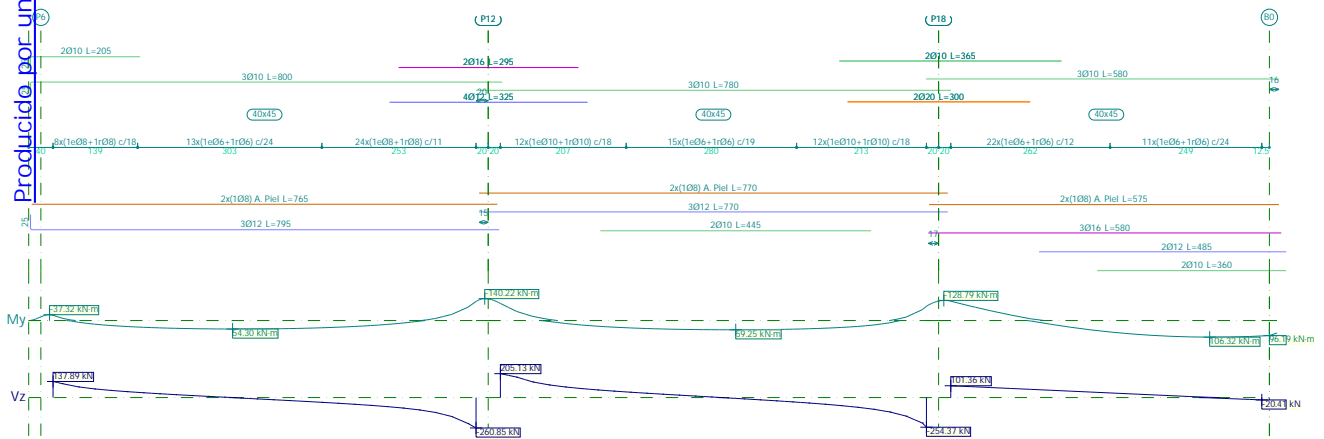
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 9		Tramo: B1-B2			Tramo: B2-B4		
Sección		40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-21.77	--	-7.55	-6.51	--	-32.79
	[m]	0.00	--	5.11	0.04	--	1.64
Momento máx.	[kN·m]	15.03	20.71	20.56	12.27	12.35	5.62
	[m]	1.67	3.40	3.53	0.44	0.57	1.11
Cortante mín.	[kN]	--	-4.88	-59.36	-18.76	-65.04	-115.33
	[m]	--	3.40	4.87	0.44	0.97	1.64
Cortante máx.	[kN]	124.26	28.53	--	--	--	--
	[m]	0.00	1.80	--	--	--	--
Torsor mín.	[kN]	--	--	-14.79	--	-6.34	-19.63
	[m]	--	--	4.87	--	0.84	1.37
Torsor máx.	[kN]	22.58	2.77	--	40.70	--	--
	[m]	0.00	1.80	--	0.00	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real 3.93	2.36	4.62	4.42	3.48	4.62
		Nec. 3.49	0.00	2.83	2.81	0.79	4.02
Área Inf.	[cm ²]	Real 3.39	3.39	3.39	3.39	3.39	3.39
		Nec. 2.84	2.82	2.83	2.82	2.82	2.82
Área Transv.	[cm ² /m]	Real 14.73	3.53	8.38	16.96	16.96	16.96
		Nec. 13.65	3.51	7.42	10.00	5.87	12.30
Activa		0.72 mm, L/7086 (L: 5.11 m)			0.05 mm, L/33016 (L: 1.60 m)		
A plazo infinito		1.16 mm, L/4420 (L: 5.11 m)			0.05 mm, L/29093 (L: 1.58 m)		

4.10. Pórtico 10



Pórtico 10		Tramo: P6-P12			Tramo: P12-P18			Tramo: P18-B0		
Sección		40x45			40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	-33.38	--	-122.12	-109.69	--	-91.13	-123.86	--	--
	[m]	0.00	--	6.95	0.00	--	7.00	0.00	--	--
Momento máx.	[kN·m]	51.74	54.30	42.48	49.20	59.25	56.24	23.33	93.94	106.32
	[m]	2.28	2.95	4.68	2.27	3.87	4.67	1.64	3.27	4.25
Cortante mín.	[kN]	--	-44.76	-260.85	--	-32.40	-254.37	--	--	-20.41
	[m]	--	4.55	6.95	--	4.67	7.00	--	--	5.11
Cortante máx.	[kN]	137.89	13.76	--	205.13	37.37	--	101.36	55.14	16.63
	[m]	0.00	2.42	--	0.00	2.40	--	0.00	1.96	3.60

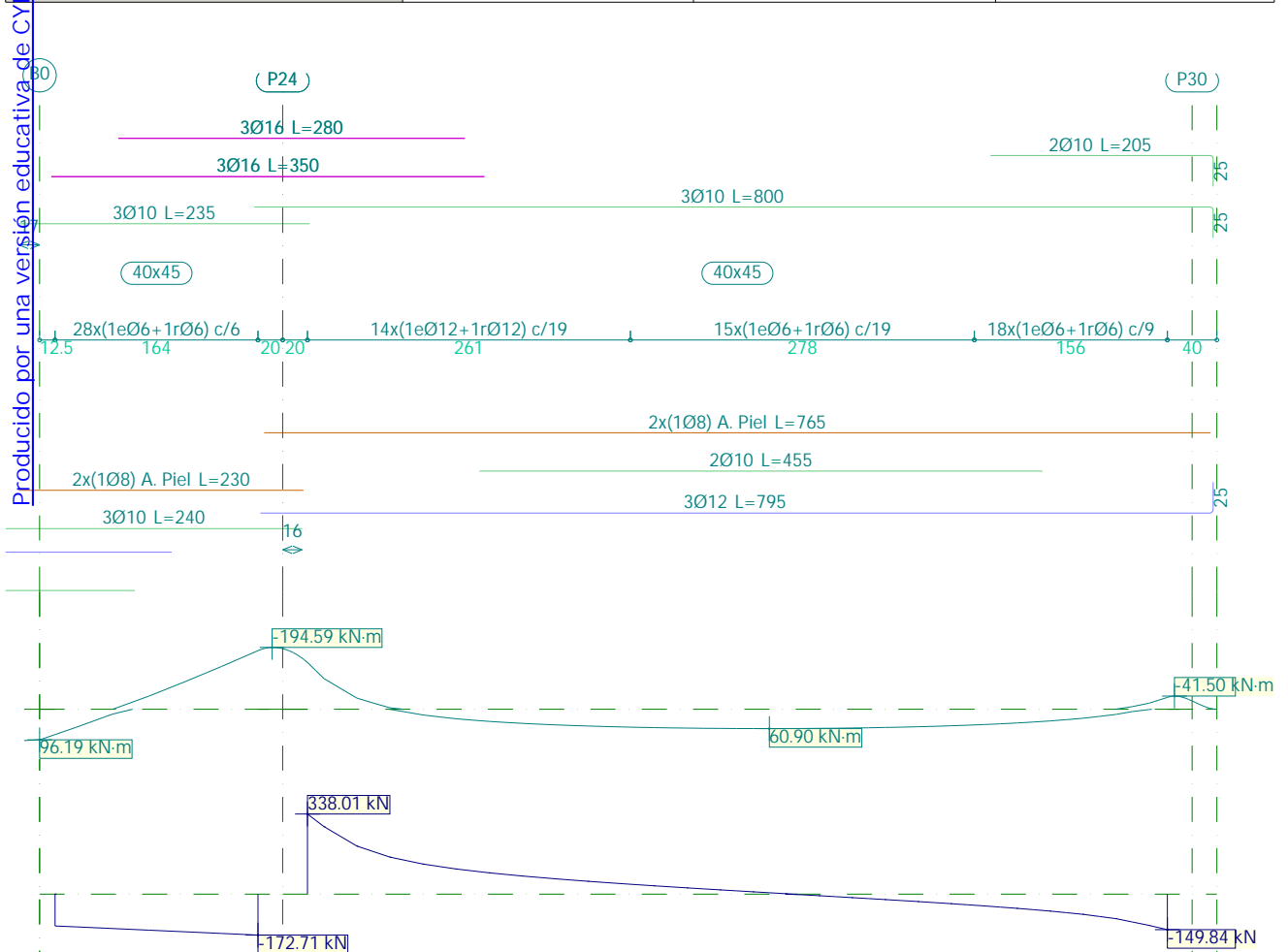


ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 10		Tramo: P6-P12			Tramo: P12-P18			Tramo: P18-B0		
Sección		40x45			40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Torsor mín.	[kN]	--	-3.92	-6.92	--	-3.21	-7.56	--	--	--
	[m]	--	4.42	6.02	--	4.53	6.13	--	--	--
Torsor máx.	[kN]	4.68	--	5.92	6.25	3.50	10.31	--	--	--
	[m]	0.42	--	6.82	0.80	2.40	6.93	--	--	--
Área Sup.	[cm ²]	Real	3.93	2.36	10.90	10.90	2.36	10.21	10.21	2.36
		Nec.	2.82	0.19	8.49	8.44	0.00	7.57	7.76	0.00
Área Inf.	[cm ²]	Real	3.39	3.39	3.39	4.96	4.96	4.96	7.42	9.86
		Nec.	3.14	3.17	3.02	3.26	3.46	3.57	2.83	5.98
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	8.38	13.71	13.71	13.09	4.46	13.09	7.07	7.07
		Nec.	7.34	3.95	12.52	11.70	3.51	11.88	6.28	3.77
F. Activa		4.16 mm, L/1669 (L: 6.95 m)			3.38 mm, L/2069 (L: 7.00 m)			3.52 mm, L/1788 (L: 6.30 m)		
F. A plazo infinito		5.63 mm, L/1235 (L: 6.95 m)			4.37 mm, L/1601 (L: 7.00 m)			3.88 mm, L/1594 (L: 6.19 m)		



Pórtico 10		Tramo: B0-P24			Tramo: P24-P30		
Sección		40x45			40x45		
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L
Momento mín.	[kN·m]	--	-86.89	-184.43	-147.24	--	-37.28
	[m]	--	1.05	1.64	0.00	--	6.95



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Pórtico 10		Tramo: B0-P24			Tramo: P24-P30			
Sección		40x45			40x45			
Zona		1/3L	2/3L	3/3L	1/3L	2/3L	3/3L	
Momento máx.	[kN·m]	79.66	--	--	52.73	60.90	57.29	
	[m]	0.00	--	--	2.27	3.73	4.67	
Cortante mín.	[kN]	-145.01	-158.86	-172.71	--	-18.73	-149.84	
	[m]	0.46	1.05	1.64	--	4.53	6.95	
Cortante máx.	[kN]	--	--	--	338.01	49.32	--	
	[m]	--	--	--	0.00	2.40	--	
Torsor mín.	[kN]	--	--	--	-13.26	-1.57	-6.21	
	[m]	--	--	--	0.00	4.40	6.27	
Torsor máx.	[kN]	--	--	--	9.42	4.92	--	
	[m]	--	--	--	0.67	2.40	--	
Área Sup.	[cm ²]	Real	7.58	14.10	14.42	14.42	2.36	3.93
		Nec.	2.40	8.12	12.03	11.97	0.24	2.81
Área Inf.	[cm ²]	Real	6.19	3.75	2.36	4.96	4.96	4.96
		Nec.	5.70	1.34	0.00	3.65	3.72	3.49
Área Transv.	[cm ² /m]	Real	14.14	14.14	14.14	17.86	17.86	9.42
		Nec.	9.90	10.86	11.15	15.87	4.52	8.44
Activa		2.12 mm, L/2972 (L: 6.30 m)			4.66 mm, L/1491 (L: 6.95 m)			
A plazo infinito		2.32 mm, L/2674 (L: 6.19 m)			6.36 mm, L/1093 (L: 6.95 m)			

15. LISTADO DE MEDICIÓN DE VIGAS

Materiales:

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero: B 500 S, Ys=1.15

Materiales de cimentación:

Hormigón: HA-30, Yc=1.5

Acero: B 500 S, Ys=1.15

	Tipo	A.neg. (kg)	A.pos. (kg)	A.piel (kg)	A.est. (kg)	Total (kg)	Ø6 (kg)	Ø8 (kg)	Ø10 (kg)	Ø12 (kg)	Ø16 (kg)	Ø20 (kg)	Ø25 (kg)	V.horm. (m ³)
Cimentación														
*Pórtico 1														
1(P6-P12)	Cim.	122.8	126.5	12.1	101.8	363.2		113.9				249.3		8.456
2(P12-P18)	Cim.	122.6	66.3	12.2	98.6	299.7		110.8	84.2	104.7				8.288
3(P18-P24)	Cim.	58.7	117.6	12.2	98.6	287.1		110.8	36.3	22.4		117.6		8.288
4(P24-P30)	Cim.	122.1	126.5	12.1	101.8	362.5		113.9				248.6		8.456
Total Pórtico 1		426.2	436.9	48.6	400.8	1312.5		449.4	120.5	127.1		615.5		33.488
*Pórtico 2														
1(P1-P2)	Cim.	118.4	140.8	11.7	98.6	369.5		110.3		18.0		241.2		8.142
2(P2-P3)	Cim.	94.8	27.7	11.8	95.5	229.8		107.3	74.6	47.9				7.974
3(P3-P4)	Cim.	79.2	40.5	11.8	95.5	227.0		107.3	70.2	49.5				7.974
4(P4-P5)	Cim.	57.5	61.3	11.8	95.5	226.1		107.3	61.9	56.9				7.974
5(P5-P6)	Cim.	117.6	125.0	11.7	98.6	352.9		110.3				242.6		8.142
Total Pórtico 2		467.5	395.3	58.8	483.7	1405.3		542.5	206.7	172.3		483.8		40.206
*Pórtico 3														
1(P1-P7)	Cim.	122.8	126.5	12.1	101.8	363.2		113.9				249.3		8.456
2(P7-P13)	Cim.	92.1	82.4	12.2	98.6	285.3		110.8	69.8	104.7				8.288
3(P13-P19)	Cim.	38.5	89.6	12.2	98.6	238.9		110.8	57.8	70.3				8.288
4(P19-P25)	Cim.	114.4	128.7	12.1	108.2	363.4		120.3	48.0	66.4		128.7		8.456
Total Pórtico 3		367.8	427.2	48.6	407.2	1250.8		455.8	175.6	241.4		378.0		33.488
*Pórtico 4														
1(B0-P25)	Cim.	100.6	103.6	9.2	142.0	355.4		28.3	85.9	37.0		204.2		6.186



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

	Tipo	A.neg. (kg)	A.pos. (kg)	A.piel (kg)	A.est. (kg)	Total (kg)	Ø6 (kg)	Ø8 (kg)	Ø10 (kg)	Ø12 (kg)	Ø16 (kg)	Ø20 (kg)	Ø25 (kg)	V.horm. (m³)
2(P25-P26)	Cim.	93.9	85.7	11.7	92.3	283.6		59.4	55.2	9.7	159.3			5.656
3(P26-P27)	Cim.	117.7	102.5	11.8	113.2	345.2		79.1	5.9	85.1	168.1	7.0		5.696
4(P27-P28)	Cim.	146.6	83.5	11.8	95.7	337.6		53.9	65.5	39.2	144.9		34.1	5.696
5(P28-P29)	Cim.	119.6	98.6	11.8	108.6	338.6		84.7	69.1	5.6	179.2			5.696
6(P29-P30)	Cim.	75.3	81.7	11.7	95.1	263.8		62.2	47.2		154.4			5.816
Total Pórtico 4		653.7	555.6	68.0	646.9	1924.2		367.6	328.8	176.6	805.9	211.2	34.1	34.746
Total Cimentación		1915.2	1815.0	224.0	1938.6	5892.8		1815.3	831.6	717.4	805.9	1688.5	34.1	141.928
planta baja														
*Pórtico 24														
1(P19-P20)	Plana	36.6	45.7	5.8	55.4	143.5		20.9	27.4	57.7	37.5			1.345
*Pórtico 25														
1(P25-P26)	Plana	28.2	44.5	5.8	30.7	109.2	15.6	20.9	37.8	15.7	19.2			1.309
2(P26-P27)	Plana	28.7	19.8	5.9	22.6	77.0	14.2	14.3	17.5	31.0				1.282
3(P27-P28)	Plana	28.7	21.0	5.9	26.9	82.5	16.0	16.8	38.5	11.2				1.282
4(P28-P29)	Plana	42.0	19.8	5.9	23.2	90.9	6.4	22.7	32.1	19.8	9.9			1.282
5(P29-P30)	Plana	21.1	21.1	5.8	18.5	66.5	9.2	15.1	42.2					1.309
Total Pórtico 25		148.7	126.2	29.3	121.9	426.1	61.4	89.8	168.1	77.7	29.1			6.464
*Pórtico 26														
1(B0-B1)	Plana	20.2	21.8	6.0	28.4	76.4	8.2	15.3	31.1	21.8				1.251
Total planta baja		205.5	193.7	41.1	205.7	646.0	69.6	126.0	226.6	157.2	66.6			9.060
Planta alta														
*Pórtico 1														
1(P1-P2)	Plana	16.7	20.4	5.8	22.9	65.8	22.9	5.8	16.7	20.4				1.309
2(P2-P3)	Plana	29.0	19.8	5.9	24.8	79.5	14.7	16.0	14.0	24.9	9.9			1.282
3(P3-P4)	Plana	26.8	19.8	5.9	22.9	75.4	6.9	21.9	21.7	24.9				1.282
4(P4-P5)	Plana	44.7	19.8	5.9	23.6	94.0	16.0	13.5	17.5	47.0				1.282
5(P5-P6)	Plana	16.7	20.4	5.8	25.5	68.4	11.9	5.8	30.3	20.4				1.309
Total Pórtico 1		133.9	100.2	29.3	119.7	383.1	72.4	63.0	100.2	137.6	9.9			6.464
*Pórtico 2														
1(P17-P18)	Plana	31.1	36.5	5.8	33.9	107.3	6.4	25.2	32.6	43.1				1.345
*Pórtico 3														
1(B2-B0)	Desc.	4.7	12.2	1.9	5.9	24.7	5.9	1.9	7.2	5.1	4.6			0.186
*Pórtico 4														
1(P19-P20)	Plana	33.8	41.4	5.8	54.5	135.5	24.3	5.8	19.8	73.0	12.6			1.345
*Pórtico 5														
1(P23-P24)	Plana	38.3	39.3	5.8	39.4	122.8	6.4	16.7	30.1	50.9		18.7		1.345
*Pórtico 6														
1(P25-P26)	Plana	20.2	54.9	5.8	32.3	113.2	10.7	27.4	20.2	27.2	6.7	21.0		1.309
2(P26-P27)	Plana	31.9	19.8	5.9	29.6	87.2	6.0	29.5	17.8	19.8		14.1		1.282
3(P27-P28)	Plana	28.7	19.8	5.9	26.1	80.5	26.1	5.9	17.5	31.0				1.282
4(P28-P29)	Plana	47.9	19.8	5.9	29.8	103.4	29.8	5.9	17.8	35.8		14.1		1.282
5(P29-P30)	Plana	16.7	20.4	5.8	31.0	73.9	14.7	5.8	33.0	20.4				1.309
Total Pórtico 6		145.4	134.7	29.3	148.8	458.2	87.3	74.5	106.3	134.2	6.7	49.2		6.464
*Pórtico 7														
1(P1-P7)	Plana	17.3	21.2	6.0	22.4	66.9	22.4	6.0	17.3	21.2				1.359
2(P7-P13)	Plana	30.9	20.5	6.1	24.1	81.6	7.3	22.9	14.4	37.0				1.332
3(P13-P19)	Plana	30.1	20.5	6.1	30.7	87.4	6.0	14.5	30.7	25.8	10.4			1.332
4(P19-P25)	Desc.	38.9	26.8	6.0	19.7	91.4	9.6	16.1	28.0	21.2		16.5		1.359
Total Pórtico 7		117.2	89.0	24.2	96.9	327.3	45.3	59.5	90.4	105.2	10.4	16.5		5.382
*Pórtico 8														
1(B3-B5)	Plana	20.2	21.8	6.0	30.9	78.9	8.2	28.7	20.2	21.8				1.251
*Pórtico 9														
1(B1-B2)	Plana	16.5	16.1	4.5	22.7	59.8	5.5	9.5	25.4	19.4				0.920
2(B2-B4)	Plana	7.4	6.9	1.8	15.1	31.2	15.1	1.8	4.7	9.6				0.295
Total Pórtico 9		23.9	23.0	6.3	37.8	91.0	20.6	11.3	30.1	29.0				1.215
*Pórtico 10														
1(P6-P12)	Plana	17.3	21.2	6.0	32.9	77.4	6.0	32.9	17.3	21.2				1.359
2(P12-P18)	Plana	35.2	26.0	6.1	39.5	106.8	6.9	6.1	52.5	32.0	9.3			1.332
3(P18-B0)	Desc.	30.0	40.5	4.5	15.1	90.1	15.1	4.5	19.6	8.6	27.5	14.8		0.956
4(B0-P24)	Desc.	20.9	4.4	1.8	12.8	39.9	12.8	1.8	8.7		16.6			0.331



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

	Tipo	A.neg. (kg)	A.pos. (kg)	A.piel (kg)	A.est. (kg)	Total (kg)	Ø6 (kg)	Ø8 (kg)	Ø10 (kg)	Ø12 (kg)	Ø16 (kg)	Ø20 (kg)	Ø25 (kg)	V.horm. (m³)
5(P24-P30)	Plana	30.6	26.8	6.0	43.3	106.7	15.1	6.0	22.9	49.4	13.3			1.359
Total Pórtico 10		134.0	118.9	24.4	143.6	420.9	55.9	51.3	121.0	111.2	66.7	14.8		5.337
Total planta alta		682.5	617.0	138.8	711.4	2149.7	332.7	337.9	557.9	711.1	110.9	99.2		30.334
Total Obra		2803.2	2625.7	403.9	2855.7	8688.5	402.3	2279.2	1616.1	1585.7	983.4	1787.7	34.1	181.322

- A.neg.: Armado de negativos
- A.pos.: Armado de positivos
- A.piel: Armado piel
- A.est.: Armado estribos

[Producido por una versión educativa de CYPE](#)



Resumen de medición (+10%)									
	Tipo Acero	Ø6 (kg)	Ø8 (kg)	Ø10 (kg)	Ø12 (kg)	Ø16 (kg)	Ø20 (kg)	Ø25 (kg)	Total (kg)
Cimentación	B 500 S, Ys=1.15		1996.8	914.8	789.1	886.5	1857.4	37.5	6482.1
planta baja	B 500 S, Ys=1.15	76.6	138.6	249.3	172.9	73.3			710.7
planta alta	B 500 S, Ys=1.15	366.0	371.7	613.7	782.2	122.0	109.1		2364.7
Total Obra		442.6	2507.1	1777.8	1744.2	1081.8	1966.5	37.5	9557.5

16. CIMENTACIÓN

16.1. P8

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	1.86 MPa ≤ 4.24 MPa	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	0.17 MPa ≤ 0.38 MPa	Cumple

16.2. P9

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	1.72 MPa ≤ 4.24 MPa	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	0.15 MPa ≤ 0.38 MPa	Cumple

16.3. P10

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	1.71 MPa ≤ 4.24 MPa	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	0.15 MPa ≤ 0.37 MPa	Cumple

16.4. P11

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.90 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.5. P14

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.89 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.17 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.6. P15

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.74 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.16 \text{ MPa} \leq 0.38 \text{ MPa}$	Cumple

16.7. P16

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.71 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.16 \text{ MPa} \leq 0.38 \text{ MPa}$	Cumple

16.8. P17

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.94 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.18 \text{ MPa} \leq 0.38 \text{ MPa}$	Cumple



16.9. P20

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.19 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.22 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.10. P21

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.89 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.18 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.11. P22

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.91 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.18 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.12. P23

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 11015 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.14 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.21 \text{ MPa} \leq 0.37 \text{ MPa}$	Cumple

16.13. P26

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6908 mm

Canto útil de la losa: 75 cm



Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.20 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.38 \text{ MPa}$	Cumple

16.14. P27

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6908 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.34 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.33 \text{ MPa} \leq 0.39 \text{ MPa}$	Cumple

16.15. P28

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6908 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.39 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.39 \text{ MPa}$	Cumple

16.16. P29

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6908 mm

Canto útil de la losa: 75 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.08 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.26 \text{ MPa} \leq 0.38 \text{ MPa}$	Cumple

17. PLANTA BAJA

17.1. P8

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.16 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.27 \text{ MPa} \leq 0.47 \text{ MPa}$	Cumple



17.2. P9

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.45 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.3. P10

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.44 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.4. P11

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.19 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.28 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.5. P14

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.36 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.32 \text{ MPa} \leq 0.44 \text{ MPa}$	Cumple

17.6. P15

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm



Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.65 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.7. P16

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.63 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.38 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.8. P17

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.41 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.33 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.9. P20

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.67 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.47 \text{ MPa}$	Cumple

17.10. P21

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.75 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.41 \text{ MPa} \leq 0.45 \text{ MPa}$	Cumple



17.11. P22

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.78 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.42 \text{ MPa} \leq 0.43 \text{ MPa}$	Cumple

17.12. P23

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.52 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.36 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

17.13. P26

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.93 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.61 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

17.14. P27

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.05 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.65 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

17.15. P28

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.10 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.66 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

17.16. P29

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.73 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.55 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18. PLANTA ALTA

18.1. P8

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.24 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.53 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.2. P9

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.67 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

18.3. P10

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.66 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple



18.4. P11

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.28 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.53 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.5. P14

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.08 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.49 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.6. P15

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.46 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

18.7. P16

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.43 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.34 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

18.8. P21

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm



Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.67 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

18.9. P22

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.66 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.39 \text{ MPa} \leq 0.42 \text{ MPa}$	Cumple

18.10. P1

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.12 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.43 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.11. P2

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.92 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.61 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.12. P3

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.30 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.41 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple



18.13. P4

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.30 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.41 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.14. P5

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.91 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.60 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.15. P6

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.27 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.49 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.16. P7

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.67 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.53 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.17. P12

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.96 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.62 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.18. P13

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.52 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.48 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.19. P18

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.36 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.90 \text{ MPa} \leq 1.13 \text{ MPa}$	Cumple

18.20. P19

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.17 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.83 \text{ MPa} \leq 0.87 \text{ MPa}$	Cumple

18.21. P24

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$3.10 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$1.18 \text{ MPa} \leq 1.23 \text{ MPa}$	Cumple



18.22. P26

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.17 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.68 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.23. P27

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.49 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.47 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.24. P28

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.53 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.48 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.25. P29

Perímetro del soporte: 1200 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 3805 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.15 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona con armadura transversal de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.68 \text{ MPa} \leq 0.90 \text{ MPa}$	Cumple

18.26. P30

Perímetro del soporte: 800 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 2102 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$1.48 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.56 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.27. P17

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.10 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.49 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

18.28. P20

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.37 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.56 \text{ MPa} \leq 0.83 \text{ MPa}$	Cumple

18.29. P23

Perímetro del soporte: 1600 mm

Dimensiones del soporte: 40x40 cm

Perímetro crítico: 6810 mm

Canto útil de la losa: 41.5 cm

Tipo	Comprobación	Resultado	Estado
Perímetro del soporte	Zona adyacente al soporte o carga (Situaciones persistentes)	$2.38 \text{ MPa} \leq 4.24 \text{ MPa}$	Cumple
Perímetro crítico	Zona sin armadura de punzonamiento (Situaciones persistentes)	$0.56 \text{ MPa} \leq 0.82 \text{ MPa}$	Cumple

19. CUANTÍAS DE OBRA

Notas:

Barras: Los valores indicados tienen incluidas las mermas.

Superficie total: Se han deducido los huecos de superficie mayor de 0.00 m².

La medición de las vigas de cimentación flotantes (sin vinculación exterior) se incluye dentro del apartado 'Vigas'.

La armadura de los muros se supone corrida. No se tienen en cuenta, ni en el dibujo, ni en la medición, los solapes y los huecos.

La medición de la armadura base de ábacos es aproximada.



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Cimentación

Elemento	Encofrado (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Zapatas corridas	164.20	135.469	22656
Total	-	135.469	22656

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas de cimentación	-	969.93	775.940	88373
Vigas	274.95	335.74	141.930	6482
Total	-	1305.67	917.870	94855
Índices (por m ²)	-	-	0.700	72.38
Superficie total: 1310.47 m ²				

planta baja

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Corjados reticulares	-	994.57	276.490	26051
Armadura base de ábacos	-	-	-	1258
Vigas	57.22	97.61	9.060	711
Muros de hormigón armado	-	2253.72	445.944	125103
Pilares	242.40	-	24.250	4116
Total	-	3345.90	755.744	157239
Índices (por m ²)	-	-	0.689	143.34
Superficie total: 1096.98 m ²				
Nº de bloques de reticular = 1198 Completos + 2 Parciales				

planta alta

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Corjados reticulares	-	974.89	269.930	16432
Armadura base de ábacos	-	-	-	1204
Vigas	73.08	63.12	30.330	2365
Pilares	170.40	-	17.040	1541
Escaleras	-	13.63	1.730	337
Total	-	1051.64	319.030	21879
Índices (por m ²)	-	-	0.306	20.98
Superficie total: 1042.81 m ²				
Nº de bloques de reticular = 1176 Completos + 14 Parciales				

Total obra

Elemento	Encofrado (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Zapatas corridas	164.20	135.470	22656
Total	-	135.470	22656



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Elemento	Encofrado (m ²)	Superficie (m ²)	Volumen (m ³)	Barras (kg)
Losas de cimentación	-	969.93	775.940	88373
Forjados reticulares	-	1969.46	546.420	42483
Armadura base de ábacos	-	-	-	2462
Vigas	405.25	496.47	181.320	9558
Muros de hormigón armado	-	2253.72	445.940	125103
Pilares	412.80	-	41.290	5657
Escaleras	-	13.63	1.730	337
Total	-	5703.21	1992.640	273973
Índices (por m ²)	-	-	0.578	79.41
Superficie total: 3450.26 m ²				
Nº de bloques de reticular = 2374 Completos + 16 Parciales				

20. PILARES

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
P1	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	43.5	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	62.0	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	4.4	Cumple
P2	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	46.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	97.2	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	97.2	Cumple
P3	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	36.7	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	100.0	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	100.0	Cumple
P4	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	35.5	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	91.2	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6	-	88.7	Cumple
P5	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	46.4	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	89.4	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6	-	88.6	Cumple
P6	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	45.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	72.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	5.0	Cumple
P7	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	40.0	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	97.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	97.5	Cumple
P8	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	68.8	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	97.6	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	96.0	Cumple
P9	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	53.1	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	98.9	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6	-	95.7	Cumple
P10	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	53.8	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	98.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6	-	94.6	Cumple
P11	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	69.8	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	98.4	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	98.2	Cumple
P12	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	43.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	97.8	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos				
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	97.8	Cumple
P13	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	37.7	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	97.8	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	97.8	Cumple
P14	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	61.1	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	98.5	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	97.6	Cumple
P15	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	44.5	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	97.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6	-	97.7	Cumple
P16	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	43.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	96.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6	-	96.7	Cumple
P17	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	64.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	99.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	99.3	Cumple
P18	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	41.8	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	96.8	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	6Ø12	6Ø12	1.13	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	96.8	Cumple
P19	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	41.4	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	95.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6	-	95.1	Cumple
P20	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	70.1	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	6Ø12	6Ø12	1.63	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	99.4	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	6Ø12	6Ø12	1.63	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	-	99.2	Cumple
P21	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	51.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	96.7	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	96.7	Cumple
P22	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	51.1	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	96.9	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø12	2Ø12	1.07	1eØ6	-	96.3	Cumple
P23	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	70.1	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	30	99.8	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø20	2Ø20	1.57	1eØ6	-	99.8	Cumple
P24	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	54.4	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	98.9	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø20	2Ø16	2Ø16	1.29	1eØ6	-	89.3	Cumple
P25	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	58.0	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	10	87.9	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	33.5	Cumple
P26	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	86.3	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	99.1	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	87.6	Cumple
P27	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	78.8	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	88.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	78.0	Cumple
P28	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	75.9	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	89.6	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	78.9	Cumple
P29	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	69.7	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	91.3	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6	-	81.9	Cumple
P30	planta alta	40x40	0.00/3.55	4Ø12	2Ø12	2Ø12	0.57	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	44.6	Cumple
	planta baja	40x40	-5.50/-0.45	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6+X1rØ6+Y1rØ6	15	80.2	Cumple
	Cimentación	-	-	4Ø16	2Ø12	2Ø12	0.79	1eØ6	-	80.2	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Armado de pilares											
Hormigón: HA-30, Yc=1.5											
Pilar	Geometría			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensiones (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos				
				Esquina	Cara X	Cara Y	Cuantía (%)	Descripción ⁽¹⁾	Separación (cm)		
Notas: ⁽¹⁾ e = estribo, r = rama											

21. LISTADO DE ARMADURAS DE MUROS DE HORMIGÓN

Muro M5: Longitud: 1286.5 cm [Nudo inicial: -5.90;29.70 -> Nudo final: -4.98;42.53]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - planta baja	40.0	Ø16c/30 cm	Ø16c/15 cm	Ø20c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø10	15	30	90.5	---

Muro M1: Longitud: 2940 cm [Nudo inicial: 35.70;0.30 -> Nudo final: 35.70;29.70]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - planta baja	40.0	Ø12c/10 cm	Ø12c/10 cm	Ø16c/30 cm	Ø16c/30 cm	1	Ø10	30	20	89.9	---

Muro M2: Longitud: 3540 cm [Nudo inicial: 0.30;0.30 -> Nudo final: 35.70;0.30]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - planta baja	40.0	Ø16c/15 cm	Ø12c/15 cm	Ø16c/30 cm	Ø16c/30 cm	1	Ø10	30	15	91.5	---

Muro M3: Longitud: 2940 cm [Nudo inicial: 0.30;0.30 -> Nudo final: 0.30;29.70]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - planta baja	40.0	Ø16c/20 cm	Ø20c/20 cm	Ø12c/15 cm	Ø12c/15 cm	1	Ø6	15	20	94.6	---

Muro M10: Longitud: 620.358 cm [Nudo inicial: -5.90;29.70 -> Nudo final: 0.30;29.70]											
Planta	Espesor (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal			F.C. (%)	Estado	
		Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha	Ramas	Diám.	Sep.ver (cm)			Sep.hor (cm)
Cimentación - planta baja	40.0	Ø16c/15 cm	Ø10c/15 cm	Ø16c/20 cm	Ø20c/20 cm	1	Ø10	20	30	93.6	---

F.C. = El factor de cumplimiento indica el porcentaje de área en el cual el armado y espesor de hormigón son suficientes.

22. LISTADO DE MEDICIÓN DE PILARES

Resumen de medición - planta baja									
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m ²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m ³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15					Cuantía (kg/m ³)
				Longitudinal			Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
				Ø12 (kg)	Ø20 (kg)	Ø16 (kg)			
P1, P6, P26, P27, P28 y P29	40x40	48.48	4.85	318.0	-	-	146.4	510.8	95.75
P2, P3, P7, P12, P13 y P18	40x40	48.48	4.85	652.2	-	-	262.8	1006.5	188.66
P4, P5, P19 y P24	40x40	32.32	3.23	-	321.6	198.4	173.2	762.5	214.61
P8, P11, P14, P17, P21 y P22	40x40	48.48	4.85	152.4	453.0	-	146.4	827.0	155.01
P9, P10, P15 y P16	40x40	32.32	3.23	101.6	-	185.6	97.6	423.3	119.13
P20	40x40	8.08	0.81	76.2	75.5	-	24.9	194.3	218.02
P23	40x40	8.08	0.81	-	151.0	-	17.9	185.8	208.52
P25	40x40	8.08	0.81	53.0	-	-	35.8	97.7	109.63
P30	40x40	8.08	0.81	26.4	-	49.6	24.4	110.4	123.95
Total		242.40	24.25	1379.8	1001.1	433.6	929.4	4118.3	154.39

Resumen de medición - planta alta							
Pilares	Dimensiones (cm)	Encofrado (m ²)	Hormigón HA-30, Yc=1.5 (m ³)	Armaduras B 500 S, Ys=1.15			Cuantía (kg/m ³)
				Longitudinal Ø12 (kg)	Estribos Ø6 (kg)	Total +10 % (kg)	
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29 y P30	40x40	170.40	17.04	846.0	555.0	1541.1	82.22
Total		170.40	17.04	846.0	555.0	1541.1	82.22



23. PILARES

23.1. P1

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)		Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	35.4	43.5	43.5	G, O, V ⁽²⁾	Q	248.7	46.4	39.9	-19.4	-25.4	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	35.4	43.5	43.5	G, O, V ⁽³⁾	N,M	248.8	45.1	41.3	-20.9	-24.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	35.4	43.5	43.5	G, O, V ⁽²⁾	Q	248.7	46.4	39.9	-19.4	-25.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	34.6	33.6	34.6	G, O, V ⁽³⁾	N,M	248.8	45.1	41.3	-20.9	-24.1	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	62.0	8.5	62.0	G, O, V ⁽²⁾	Q	210.0	-8.1	-8.0	25.4	46.8	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	62.0	8.5	62.0	G, O, V ⁽³⁾	N,M	210.0	-7.8	-8.4	27.2	45.4	Cumple
			Cumple	Cumple	62.0	8.5	62.0	G, O, V ⁽²⁾	Q	210.0	-8.1	-8.0	25.4	46.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	33.8	4.4	33.8	G, O, V ⁽³⁾	N,M	210.4	-7.8	-8.4	27.2	45.4	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.1	4.4	4.4	G, O, V ⁽⁴⁾	Q	12.9	2.6	-4.3	-21.7	0.7	Cumple
								G, O, V ⁽⁵⁾	N,M	12.6	2.6	-4.2	-21.6	0.7	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Oa+0.9·V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Oa+0.9·V(-Xexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Oa+0.9·V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Oa+0.9·V(-Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos pésimos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	104.3	17.5	15.3	-7.4	-9.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	104.3	17.5	15.3	-7.4	-9.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	104.3	17.5	15.3	-7.4	-9.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	115.5	-16.4	-10.9	-7.4	-9.6	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	98.2	-3.6	-3.8	11.5	21.9	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	98.2	-3.6	-3.8	11.5	21.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	8.9	1.2	-2.5	-11.9	0.3	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8·PP+0.8·CM



23.2. P2

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos						Estado	
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	12.7	46.3	46.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	482.3	58.0	-22.2	2.4	-14.6	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	682.6	77.1	-31.2	3.2	-15.9						
		3.05 m	Cumple	Cumple	12.7	46.3	46.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	482.3	58.0	-22.2	2.4	-14.6	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	682.6	77.1	-31.2	3.2	-15.9						
		0.6 m	Cumple	Cumple	12.7	46.3	46.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	482.3	58.0	-22.2	2.4	-14.6	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	682.6	77.1	-31.2	3.2	-15.9						
		Pie	Cumple	Cumple	12.6	32.6	32.6	G, Q, V ⁽²⁾	Q	493.5	-28.0	20.4	2.4	-14.6	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	701.2	-38.6	32.7	4.8	-14.7						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	57.2	27.7	57.2	G, V ⁽⁵⁾	Q	225.0	30.2	-0.3	-6.7	-58.7	Cumple
			G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	314.9	56.2	-18.7	-8.5	-58.2						
		-0.95 m	Cumple	Cumple	58.2	8.6	58.2	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	168.4	-16.5	-1.1	-14.8	-54.3	Cumple
			G, V ⁽⁷⁾	N,M	120.0	-20.1	-0.8	-11.5	-46.4						
Pie	Cumple	Cumple	80.9	97.2	97.2	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	73.8	135.7	0.1	-2.0	130.3	Cumple		
	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	73.8	135.7	0.1	-2.0	130.3								
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	19.1	97.2	97.2	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	73.8	135.7	0.1	-2.0	130.3	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Yexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-Yexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p _s imos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	291.3	17.7	-2.9	1.2	-1.9	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	291.3	17.7	-2.9	1.2	-1.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	291.3	17.7	-2.9	1.2	-1.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	302.4	11.0	1.5	1.2	-1.9	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	133.7	17.2	-0.1	-4.0	-33.4	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	70.9	-11.8	-0.5	-6.9	-27.7	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	32.6	72.6	0.1	-0.1	69.1	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.3. P3

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos						Estado	
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	12.8	36.7	36.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.7	37.5	1.7	-1.1	-12.9	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	462.3	64.2	18.8	-1.8	-13.3						
		3.05 m	Cumple	Cumple	12.8	36.7	36.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.7	37.5	1.7	-1.1	-12.9	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	462.3	64.2	18.8	-1.8	-13.3						
		0.6 m	Cumple	Cumple	12.8	36.7	36.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.7	37.5	1.7	-1.1	-12.9	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	462.3	64.2	18.8	-1.8	-13.3						
		Pie	Cumple	Cumple	12.7	22.7	22.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	353.9	-8.2	-2.2	-1.1	-12.9	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	480.3	23.9	-26.4	-1.8	-10.8						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	66.4	15.9	66.4	G, V ⁽⁵⁾	Q	153.9	29.5	-0.1	4.7	-63.0	Cumple
		G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	237.7	37.0	-0.1	5.1	-61.6							
Pie	Cumple	Cumple	91.0	100.0	100.0	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	80.0	140.3	0.1	6.7	146.6	Cumple		
	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	80.0	140.3	0.1	6.7	146.6								
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	21.4	100.0	100.0	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	80.0	140.3	0.1	6.7	146.6	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Yexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-Yexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos pésimos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.9	15.4	0.9	-0.7	-0.7	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.9	15.4	0.9	-0.7	-0.7	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.9	15.4	0.9	-0.7	-0.7	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	185.1	13.1	-1.4	-0.7	-0.7	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	91.6	16.8	0.0	2.7	-35.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	36.2	75.3	0.0	3.6	77.9	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.4. P4

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	12.6	35.5	35.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.2	36.8	-0.2	-0.3	-12.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	461.4	63.2	-16.7	-0.1	-13.1	
		3.05 m	Cumple	Cumple	12.6	35.5	35.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.2	36.8	-0.2	-0.3	-12.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	461.4	63.2	-16.7	-0.1	-13.1	
		0.6 m	Cumple	Cumple	12.6	35.5	35.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	342.2	36.8	-0.2	-0.3	-12.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	461.4	63.2	-16.7	-0.1	-13.1	
		Pie	Cumple	Cumple	12.5	22.6	22.6	G, Q, V ⁽²⁾	Q	353.3	-8.4	-1.2	-0.3	-12.7	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	479.4	23.7	-26.4	-0.1	-10.6	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	65.0	15.6	65.0	G, V ⁽⁵⁾	Q	144.9	31.1	0.3	7.5	-63.9	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	223.0	40.0	0.3	9.7	-66.9	
		Pie	Cumple	Cumple	91.2	88.7	91.2	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	83.9	141.3	-0.2	12.2	150.0	Cumple
								G, Q, V ⁽⁷⁾	N,M	84.0	141.3	-0.1	11.6	150.0	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	21.5	88.7	88.7	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	83.9	141.3	-0.2	12.2	150.0	Cumple
G, Q, V ⁽⁷⁾	N,M	84.0	141.3	-0.1	11.6	150.0									

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Yexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos pésimos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.5	15.0	-0.1	-0.2	-0.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.5	15.0	-0.1	-0.2	-0.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	173.5	15.0	-0.1	-0.2	-0.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	184.6	13.0	-0.6	-0.2	-0.6	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	86.2	17.8	0.1	4.6	-36.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	38.4	75.9	-0.1	5.8	79.7	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



23.5. P5

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	13.0	46.4	46.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	479.6	57.8	22.7	-3.3	-14.7	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	678.4	77.0	31.8	-4.5	-16.0						
		3.05 m	Cumple	Cumple	13.0	46.4	46.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	479.6	57.8	22.7	-3.3	-14.7	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	678.4	77.0	31.8	-4.5	-16.0						
		0.6 m	Cumple	Cumple	13.0	46.4	46.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	479.6	57.8	22.7	-3.3	-14.7	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	678.4	77.0	31.8	-4.5	-16.0						
		Pie	Cumple	Cumple	12.8	31.4	31.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	490.7	-28.2	-23.0	-3.3	-14.7	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	697.2	-28.1	-38.3	-4.5	-16.0						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	59.0	27.3	59.0	G, V ⁽⁴⁾	Q	257.7	29.9	1.5	19.5	-63.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	358.3	58.3	22.8	25.6	-59.5						
		Pie	Cumple	Cumple	89.4	88.6	89.4	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	89.1	141.9	-0.3	12.7	147.0	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	88.9	141.9	-0.3	12.3	147.0						
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	21.1	88.6	88.6	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	89.1	141.9	-0.3	12.7	147.0	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	88.9	141.9	-0.3	12.3	147.0						

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p _s imos					Estado	
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)		Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	289.2	17.8	3.2	-1.8	-2.0	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	289.2	17.8	3.2	-1.8	-2.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	289.2	17.8	3.2	-1.8	-2.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	300.4	10.7	-3.2	-1.8	-2.0	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	153.1	17.0	0.9	11.6	-35.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	41.1	75.9	-0.1	5.0	78.0	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.6. P6

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	35.9	45.3	45.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	282.0	53.1	-38.8	18.0	-28.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	35.9	45.3	45.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	282.0	53.1	-38.8	18.0	-28.6	
		0.6 m	Cumple	Cumple	35.9	45.3	45.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	282.0	53.1	-38.8	18.0	-28.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	35.1	33.2	35.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	300.8	-48.3	25.0	18.0	-28.6	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	72.5	17.8	72.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	259.8	-21.1	22.1	-22.9	62.2	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	260.3	-20.8	22.6	-25.5	60.0						
		-0.95 m	Cumple	Cumple	72.5	17.8	72.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	259.8	-21.1	22.1	-22.9	62.2	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	260.3	-20.8	22.6	-25.5	60.0						
		Pie	Cumple	Cumple	29.1	5.0	29.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1.7	2.7	3.0	18.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1.4	2.7	3.0	18.2	0.0						
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.6	5.0	5.0	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1.7	2.7	3.0	18.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1.4	2.7	3.0	18.2	0.0						

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^s imos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.9	21.6	-14.9	6.8	-11.5	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.9	21.6	-14.9	6.8	-11.5	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.9	21.6	-14.9	6.8	-11.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	136.1	-19.1	9.3	6.8	-11.5	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.0	-2.4	3.2	-8.7	27.0	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.0	-2.4	3.2	-8.7	27.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	3.1	1.2	1.7	9.7	-0.6	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.7. P7

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^s imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	10.7	40.0	40.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	431.4	-2.4	37.5	-11.9	-0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	595.2	-23.4	69.0	-11.8	-1.0	
		3.05 m	Cumple	Cumple	10.7	40.0	40.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	431.4	-2.4	37.5	-11.9	-0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	595.2	-23.4	69.0	-11.8	-1.0	
		0.6 m	Cumple	Cumple	10.7	40.0	40.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	431.4	-2.4	37.5	-11.9	-0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	595.2	-23.4	69.0	-11.8	-1.0	
		Pie	Cumple	Cumple	10.6	29.3	29.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	442.5	-3.3	-8.9	-11.9	-0.2	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	613.6	-33.7	31.6	-10.2	0.0	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	78.2	29.4	78.2	G, V ⁽⁵⁾	Q	197.5	3.4	33.1	-69.8	35.4	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	296.8	21.2	58.0	-66.7	35.6	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	86.0	8.4	86.0	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	145.0	-2.2	-15.3	-51.2	62.8	Cumple
								G, V ⁽⁷⁾	N,M	99.8	-2.1	-18.9	-43.6	58.5	
		Pie	Cumple	Cumple	91.2	97.5	97.5	G, Q, V ⁽⁸⁾	Q	86.6	4.2	137.8	137.7	51.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	86.9	4.1	138.0	137.7	51.3	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	21.5	97.5	97.5	G, Q, V ⁽⁸⁾	Q	86.6	4.2	137.8	137.7	51.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	86.9	4.1	138.0	137.7	51.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Xexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-Xexc.-)
⁽⁸⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^s imos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	238.3	-0.1	15.5	0.0	-1.2	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	238.3	-0.1	15.5	0.0	-1.2	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	238.3	-0.1	15.5	0.0	-1.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	249.4	-4.2	15.6	0.0	-1.2	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	117.7	2.0	18.8	-39.1	20.7	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	58.9	-1.3	-11.1	-26.0	34.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	40.6	2.4	74.0	73.0	28.9	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



23.8. P8

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.3	64.7	64.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1347.1	51.7	-73.1	-3.3	-10.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1487.5	53.0	-78.3	-3.6	-10.0	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1365.9	-78.3	-61.3	-3.3	-10.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1506.4	-79.0	-69.0	-5.2	-8.6	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1365.9	-78.3	-61.3	-3.3	-10.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1506.4	-79.0	-69.0	-5.2	-8.6	
		Pie	Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1365.9	-78.3	-61.3	-3.3	-10.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	68.8	68.8	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1506.4	-79.0	-69.0	-5.2	-8.6	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	Cumple
			Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	Cumple
			Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	Cumple
			Cumple	Cumple	4.2	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2206.8	137.4	110.8	-4.8	-4.3	
		Pie	Cumple	Cumple	4.2	96.0	96.0	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2233.5	-98.5	-138.0	-4.8	-4.3	Cumple
			Cumple	Cumple	4.2	96.0	96.0	G, Q, V ⁽⁷⁾	N,M	2233.7	-98.6	-138.0	-4.7	-4.4	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.7	96.0	96.0	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2233.5	-98.5	-138.0	-4.8	-4.3	Cumple
			N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.7	96.0	96.0	G, Q, V ⁽⁷⁾	N,M	2233.7	-98.6	-138.0	-4.7	-4.4	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p _s imos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	604.3	23.1	-33.2	-1.7	-4.3	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	615.5	-34.9	-28.8	-1.7	-4.3	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	615.5	-34.9	-28.8	-1.7	-4.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	615.5	-34.9	-28.8	-1.7	-4.3	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	829.7	65.4	56.0	-1.8	-1.6	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	829.7	65.4	56.0	-1.8	-1.6	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	829.7	65.4	56.0	-1.8	-1.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	845.5	-51.0	-66.6	-1.8	-1.6	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

Producido por una versión educativa de CYPE



23.9. P9

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones				Esfuerzos p _s imos					Estado			
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)		Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.4	49.7	49.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	981.0	39.6	54.0	0.3	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1109.9	43.1	61.0	0.1	-10.8	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	999.8	-69.4	37.2	0.3	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1128.7	-73.7	41.2	0.1	-10.8	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	999.8	-69.4	37.2	0.3	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1128.7	-73.7	41.2	0.1	-10.8	
		Pie	Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	999.8	-69.4	37.2	0.3	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.4	53.1	53.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1128.7	-73.7	41.2	0.1	-10.8	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	4.1	98.9	98.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2034.9	110.5	-130.8	2.2	-5.4	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	4.1	98.9	98.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2034.9	110.5	-130.8	2.2	-5.4	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	4.1	98.9	98.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2034.9	110.5	-130.8	2.2	-5.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	4.1	95.7	95.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2061.7	-131.4	95.2	2.2	-5.4	Cumple
			Cumple	Cumple	4.1	95.7	95.7	G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2061.7	-131.4	95.3	2.3	-5.3	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.7	95.7	95.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2061.7	-131.4	95.2	2.2	-5.4	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2061.7	-131.4	95.3	2.3	-5.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio												
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)		Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	403.3	1.7	8.1	0.4	-4.6	Cumple	
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	414.5	-14.6	1.7	0.4	-4.6	Cumple	
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	414.5	-14.6	1.7	0.4	-4.6	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	414.5	-14.6	1.7	0.4	-4.6	Cumple	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	727.1	51.1	-57.3	1.2	-2.0	Cumple	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	727.1	51.1	-57.3	1.2	-2.0	Cumple	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	727.1	51.1	-57.3	1.2	-2.0	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	742.9	-58.6	46.4	1.2	-2.0	Cumple	
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.10. P10

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones				Esfuerzos p _s imos					Estado			
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)		Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.5	49.4	49.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	972.5	39.6	53.5	-1.7	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1100.5	43.2	60.5	-1.8	-10.9	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	991.3	-68.9	-40.2	-1.7	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1119.3	-73.2	-45.0	-1.8	-10.9	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	991.3	-68.9	-40.2	-1.7	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1119.3	-73.2	-45.0	-1.8	-10.9	
		Pie	Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	991.3	-68.9	-40.2	-1.7	-11.2	Cumple
			Cumple	Cumple	8.5	53.8	53.8	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1119.3	-73.2	-45.0	-1.8	-10.9	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.8	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2021.2	110.3	130.4	-1.0	-5.4	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	3.8	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2021.2	110.3	130.4	-1.0	-5.4	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	3.8	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2021.2	110.3	130.4	-1.0	-5.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	3.8	94.6	94.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2048.0	-131.1	-91.5	-1.0	-5.4	Cumple
Cumple	Cumple		3.8	94.6	94.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2048.0	-131.1	-91.6	-1.1	-5.3			
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.6	94.6	94.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2048.0	-131.1	-91.5	-1.0	-5.4	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2048.0	-131.1	-91.6	-1.1	-5.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	399.5	1.8	8.0	-0.8	-4.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	410.7	-14.4	-2.6	-0.8	-4.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	410.7	-14.4	-2.6	-0.8	-4.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	410.7	-14.4	-2.6	-0.8	-4.6	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	722.5	50.7	56.9	-0.3	-2.0	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	722.5	50.7	56.9	-0.3	-2.0	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	722.5	50.7	56.9	-0.3	-2.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	738.3	-58.2	-43.7	-0.3	-2.0	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.11. P11

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^{simos}						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	7.9	65.5	65.5	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1369.5	51.5	73.9	3.7	-9.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1511.5	79.2	53.1	2.6	-8.2	
		3.05 m	Cumple	Cumple	7.9	69.8	69.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1388.3	-77.2	62.4	3.7	-9.9	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1530.1	-79.8	70.2	5.8	-8.0	
		0.6 m	Cumple	Cumple	7.9	69.8	69.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1388.3	-77.2	62.4	3.7	-9.9	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1530.1	-79.8	70.2	5.8	-8.0	
		Pie	Cumple	Cumple	7.9	69.8	69.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1388.3	-77.2	62.4	3.7	-9.9	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1530.1	-79.8	70.2	5.8	-8.0	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	5.4	98.4	98.4	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2247.2	109.6	-138.3	7.2	-4.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2247.4	110.0	-138.3	7.1	-4.5	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	5.4	98.4	98.4	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2247.2	109.6	-138.3	7.2	-4.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2247.4	110.0	-138.3	7.1	-4.5	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	5.4	98.4	98.4	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2247.2	109.6	-138.3	7.2	-4.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2247.4	110.0	-138.3	7.1	-4.5	
		Pie	Cumple	Cumple	5.4	98.2	98.2	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2274.0	-138.9	106.2	7.2	-4.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	Q,N,M	2274.0	-138.9	106.2	7.2	-4.3	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.9	98.2	98.2	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	2274.0	-138.9	106.2	7.2	-4.3	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	615.9	23.0	33.9	1.8	-3.9	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	627.0	-34.5	29.4	1.8	-3.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	627.0	-34.5	29.4	1.8	-3.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	627.0	-34.5	29.4	1.8	-3.9	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	849.7	56.7	-67.0	3.0	-1.7	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	849.7	56.7	-67.0	3.0	-1.7	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	849.7	56.7	-67.0	3.0	-1.7	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	865.5	-68.2	56.0	3.0	-1.7	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

23.12. P12

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽²⁾	O	494.9	-18.4	-55.4	11.6	-0.8	Cumple
			Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽³⁾	N,M	698.9	-25.6	-73.6	11.6	-1.6	
		3.05 m	Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽²⁾	O	494.9	-18.4	-55.4	11.6	-0.8	Cumple
			Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽³⁾	N,M	698.9	-25.6	-73.6	11.6	-1.6	
		0.6 m	Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽²⁾	O	494.9	-18.4	-55.4	11.6	-0.8	Cumple
			Cumple	Cumple	9.9	43.3	43.3	G, O, V ⁽³⁾	N,M	698.9	-25.6	-73.6	11.6	-1.6	
		Pie	Cumple	Cumple	9.8	34.0	34.0	G, O, V ⁽²⁾	O	506.1	-27.8	21.0	11.6	-0.8	Cumple
			Cumple	Cumple	9.8	34.0	34.0	G, O, V ⁽⁴⁾	N,M	717.0	-36.0	-39.4	10.0	-3.3	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	69.8	31.1	69.8	G, V ⁽⁵⁾	O	252.4	2.3	-33.2	70.1	24.4	Cumple
			Cumple	Cumple	69.8	31.1	69.8	G, O, V ⁽⁶⁾	N,M	353.8	23.5	-61.4	67.3	25.9	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	70.8	8.4	70.8	G, O, V ⁽⁷⁾	O	167.5	-1.7	15.2	50.8	45.9	Cumple
			Cumple	Cumple	70.8	8.4	70.8	G, V ⁽⁸⁾	N,M	121.5	-1.5	18.8	43.3	40.6	
		Pie	Cumple	Cumple	88.5	97.8	97.8	G, O, V ⁽⁹⁾	O	99.9	2.8	-140.1	-138.3	34.6	Cumple
			Cumple	Cumple	88.5	97.8	97.8	G, O, V ⁽³⁾	N,M	100.2	2.8	-140.2	-138.4	34.2	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	20.8	97.8	97.8	G, O, V ⁽⁹⁾	O	99.9	2.8	-140.1	-138.3	34.6	Cumple
			N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	20.8	97.8	97.8	G, O, V ⁽³⁾	N,M	100.2	2.8	-140.2	-138.4	34.2	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁸⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁹⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio												
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p _s imos					Estado	
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)		
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	296.7	0.0	-16.2	0.0	-1.1	Cumple	
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	296.7	0.0	-16.2	0.0	-1.1	Cumple	
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	296.7	0.0	-16.2	0.0	-1.1	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	307.9	-3.9	-16.2	0.0	-1.1	Cumple	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	150.2	1.4	-18.8	39.2	14.1	Cumple	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	71.7	-0.9	11.0	25.8	24.3	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	47.6	1.5	-75.0	-73.3	18.8	Cumple	
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

23.13. P13

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	393.4	5.9	34.0	-10.4	-4.5	Cumple
			Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	541.4	27.2	61.9	-9.6	-6.5	
		3.05 m	Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	393.4	5.9	34.0	-10.4	-4.5	Cumple
			Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	541.4	27.2	61.9	-9.6	-6.5	
		0.6 m	Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	393.4	5.9	34.0	-10.4	-4.5	Cumple
			Cumple	Cumple	10.6	37.7	37.7	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	541.4	27.2	61.9	-9.6	-6.5	
		Pie	Cumple	Cumple	10.5	30.4	30.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	404.6	-10.1	-2.8	-10.4	-4.5	Cumple
			Cumple	Cumple	10.5	30.4	30.4	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	505.5	-31.8	41.0	-2.7	-6.1	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	61.1	15.9	61.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	203.1	-3.9	35.3	-54.8	28.1	Cumple
			Cumple	Cumple	75.5	6.8	75.5	G, Q, V ⁽³⁾	Q	143.8	-4.5	-9.3	-46.3	53.8	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	75.5	6.8	75.5	G, V ⁽⁷⁾	N,M	101.3	-3.8	-14.3	-39.2	45.8	Cumple
			Cumple	Cumple	75.5	6.8	75.5	G, Q, V ⁽⁸⁾	Q	96.8	4.6	139.6	132.2	50.4	
		Pie	Cumple	Cumple	87.8	97.8	97.8	G, Q, V ⁽⁹⁾	N,M	96.9	4.6	139.6	132.2	49.9	Cumple
			Cumple	Cumple	87.8	97.8	97.8	G, Q, V ⁽⁹⁾	N,M	96.9	4.6	139.6	132.2	49.9	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	20.7	97.8	97.8	G, Q, V ⁽⁹⁾	Q	96.8	4.6	139.6	132.2	50.4	Cumple
								G, Q, V ⁽⁹⁾	N,M	96.9	4.6	139.6	132.2	49.9	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-Xexc.+)
⁽⁸⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁹⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio													
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)			
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	215.2	3.4	13.1	1.1	-2.9	Cumple		
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	215.2	3.4	13.1	1.1	-2.9	Cumple		
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	215.2	3.4	13.1	1.1	-2.9	Cumple		
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	226.3	-6.9	16.8	1.1	-2.9	Cumple		
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	82.5	-1.9	15.1	-28.8	14.2	Cumple		
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	59.8	-2.3	-8.4	-23.4	27.4	Cumple		
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	47.1	2.4	75.6	70.3	25.9	Cumple		
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.14. P14

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.7	60.4	60.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1243.3	45.9	-68.4	-4.9	-0.9	Cumple
			Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1369.9	50.5	-74.0	-2.6	-2.2	
		3.05 m	Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1262.2	-45.2	-69.4	-4.9	-0.9	Cumple
			Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1388.7	-50.7	-74.7	-2.6	-2.2	
		0.6 m	Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1262.2	-45.2	-69.4	-4.9	-0.9	Cumple
			Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1388.7	-50.7	-74.7	-2.6	-2.2	
		Pie	Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1262.2	-45.2	-69.4	-4.9	-0.9	Cumple
			Cumple	Cumple	3.7	61.1	61.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1388.7	-50.7	-74.7	-2.6	-2.2	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	4.1	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2246.9	-138.3	110.5	-4.5	4.5	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	4.1	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2246.9	-138.3	110.5	-4.5	4.5	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	4.1	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	2246.9	-138.3	110.5	-4.5	4.5	Cumple
			Cumple	Cumple	4.1	98.5	98.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2273.7	103.3	-138.8	-4.5	4.5	
		Pie	Cumple	Cumple	4.1	97.6	97.6	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	2273.3	103.4	-138.8	-4.4	4.6	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.7	97.6	97.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2273.7	103.3	-138.8	-4.5	4.5	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	2273.3	103.4	-138.8	-4.4	4.6	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	562.6	20.6	-30.9	-1.0	-0.3	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	573.7	-20.3	-31.6	-1.0	-0.3	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	573.7	-20.3	-31.6	-1.0	-0.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	573.7	-20.3	-31.6	-1.0	-0.3	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	867.1	-68.3	57.5	-1.5	2.3	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	867.1	-68.3	57.5	-1.5	2.3	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	867.1	-68.3	57.5	-1.5	2.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	882.9	57.2	-69.6	-1.5	2.3	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
(1) 0.8-PP+0.8-CM

23.15. P15

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^{simos}						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.0	43.3	43.3	G, V ⁽²⁾	Q	349.6	0.3	-7.0	3.0	0.3	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	967.7	53.2	37.4	-1.6	0.2	
		3.05 m	Cumple	Cumple	2.9	44.5	44.5	G, V ⁽²⁾	Q	360.8	1.2	8.0	3.0	0.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	986.4	54.3	39.7	1.5	0.3	
		0.6 m	Cumple	Cumple	2.9	44.5	44.5	G, V ⁽²⁾	Q	360.8	1.2	8.0	3.0	0.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	986.4	54.3	39.7	1.5	0.3	
		Pie	Cumple	Cumple	2.9	44.5	44.5	G, V ⁽²⁾	Q	360.8	1.2	8.0	3.0	0.3	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	986.4	54.3	39.7	1.5	0.3	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.8	96.1	96.1	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2059.2	-131.4	-96.6	2.3	5.0	Cumple
								G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2059.3	-131.4	-96.9	2.4	4.8	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	3.8	97.7	97.7	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2086.0	100.9	132.0	2.3	5.0	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2086.0	100.9	132.0	2.3	5.0	
-4.9 m	Cumple	Cumple	3.8	97.7	97.7	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2086.0	100.9	132.0	2.3	5.0	Cumple		
						G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2086.0	100.9	132.0	2.3	5.0			
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.6	97.7	97.7	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2086.0	100.9	132.0	2.3	5.0	Cumple

Notas:
(1) La comprobación no procede
(2) 0.8-PP+0.8-CM+1.5-V(+Xexc.+)
(3) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
(4) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
(5) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
(6) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	349.7	0.4	7.0	0.5	0.2	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	360.8	7.2	1.8	0.5	0.2	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	360.8	7.2	1.8	0.5	0.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	360.8	7.2	1.8	0.5	0.2	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	755.5	-59.6	-48.2	1.3	2.5	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	771.4	50.9	60.8	1.3	2.5	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	771.4	50.9	60.8	1.3	2.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	771.4	50.9	60.8	1.3	2.5	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
(1) 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

23.16. P16

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.3	42.3	42.3	G, V ⁽²⁾	Q	342.1	6.8	2.8	-3.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	949.0	36.0	-52.2	-1.7	-1.5						
		3.05 m	Cumple	Cumple	3.2	43.3	43.3	G, V ⁽²⁾	Q	353.2	0.4	-8.9	-3.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	967.8	37.5	-53.2	-1.7	1.1						
		0.6 m	Cumple	Cumple	3.2	43.3	43.3	G, V ⁽²⁾	Q	353.2	0.4	-8.9	-3.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	967.8	37.5	-53.2	-1.7	1.1						
		Pie	Cumple	Cumple	3.2	43.3	43.3	G, V ⁽²⁾	Q	353.2	0.4	-8.9	-3.3	0.0	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	967.8	37.5	-53.2	-1.7	1.1						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.1	94.8	94.8	G, Q, V ⁽³⁾	Q	2031.1	-130.7	94.1	-1.0	4.4	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2031.2	-130.7	94.5	-1.1	4.2						
		-0.95 m	Cumple	Cumple	3.1	96.7	96.7	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4						
		-4.9 m	Cumple	Cumple	3.1	96.7	96.7	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4	Cumple
G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M		2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4								
Pie	Cumple	Cumple	3.1	96.7	96.7	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4	Cumple		
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.5	96.7	96.7	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	2057.9	99.5	-131.3	-1.0	4.4	Cumple

Notas:

- (1) La comprobación no procede
 (2) 0.8-PP+0.8-CM+1.5-V(-Xexc.+)
 (3) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
 (4) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
 (5) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

Proyecto por una versión educativa de CYPE

Sección de hormigón - Situación de incendio												
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos pésimos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	342.2	0.6	6.8	-0.8	-0.1	Cumple	
			Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.3	0.2	-7.1	-0.8	-0.1	Cumple	
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.3	0.2	-7.1	-0.8	-0.1	Cumple	
			Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.3	0.2	-7.1	-0.8	-0.1	Cumple	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	745.4	-58.8	45.5	-0.3	2.2	Cumple	
			Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	761.3	49.5	-60.0	-0.3	2.2	Cumple	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	761.3	49.5	-60.0	-0.3	2.2	Cumple	
			Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	761.3	49.5	-60.0	-0.3	2.2	Cumple	
Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	761.3	49.5	-60.0	-0.3	2.2	Cumple			
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:

- (1) 0.8-PP+0.8-CM

23.17. P17

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	3.2	62.1	62.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1252.2	68.9	48.8	4.0	-1.7	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1378.3	74.3	57.2	-0.2	-1.4						
		3.05 m	Cumple	Cumple	3.2	64.3	64.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1271.0	-69.9	63.5	4.0	-1.7	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1396.6	-75.0	64.4	2.9	-1.7						
		0.6 m	Cumple	Cumple	3.2	64.3	64.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1271.0	-69.9	63.5	4.0	-1.7	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1396.6	-75.0	64.4	2.9	-1.7						
		Pie	Cumple	Cumple	3.2	64.3	64.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1271.0	-69.9	63.5	4.0	-1.7	Cumple
			G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1396.6	-75.0	64.4	2.9	-1.7						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	5.1	97.8	97.8	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2296.3	-101.2	-139.3	7.3	2.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2295.9	-101.5	-139.3	7.2	2.9						
		-0.95 m	Cumple	Cumple	5.1	99.3	99.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁶⁾	Q,N,M	2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8						
		-4.9 m	Cumple	Cumple	5.1	99.3	99.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8	Cumple
G, Q, V ⁽⁶⁾	Q,N,M		2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8								
Pie	Cumple	Cumple	5.1	99.3	99.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8	Cumple		
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.9	99.3	99.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2323.1	139.8	105.8	7.3	2.8	Cumple

Notas:

- (1) La comprobación no procede
 (2) 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.+)
 (3) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
 (4) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
 (5) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
 (6) 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	568.9	31.3	23.5	0.8	-0.8	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	580.0	-31.9	26.7	0.8	-0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	580.0	-31.9	26.7	0.8	-0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	580.0	-31.9	26.7	0.8	-0.8	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	888.3	-56.3	-70.0	3.1	1.5	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	904.2	71.3	58.2	3.1	1.5	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	904.2	71.3	58.2	3.1	1.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	904.2	71.3	58.2	3.1	1.5	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.18. P18

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^{simos}					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	13.3	41.8	41.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	362.0	-6.4	-40.4	13.5	1.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	523.1	-25.2	-70.6	13.9	1.1	
		3.05 m	Cumple	Cumple	13.3	41.8	41.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	362.0	-6.4	-40.4	13.5	1.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	523.1	-25.2	-70.6	13.9	1.1	
		0.6 m	Cumple	Cumple	13.3	41.8	41.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	362.0	-6.4	-40.4	13.5	1.7	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	523.1	-25.2	-70.6	13.9	1.1	
		Pie	Cumple	Cumple	13.1	25.7	25.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	373.1	-0.5	7.7	13.5	1.7	Cumple
								G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	502.3	-22.4	-35.8	6.7	0.0	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	70.4	36.3	70.4	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	254.5	-4.5	-50.5	69.3	28.9	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	273.9	-20.7	-70.1	70.7	29.5	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	84.7	7.0	84.7	G, Q, V ⁽⁶⁾	Q	202.5	-4.6	5.7	66.4	53.6	Cumple
								G, V ⁽⁷⁾	N,M	155.2	-4.0	12.8	57.4	46.1	
		Pie	Cumple	Cumple	83.6	96.8	96.8	G, Q, V ⁽⁸⁾	Q	113.3	3.0	-140.7	-130.5	33.8	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	113.3	3.0	-140.7	-130.5	33.4	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	19.7	96.8	96.8	G, Q, V ⁽⁸⁾	Q	113.3	3.0	-140.7	-130.5	33.8	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	113.3	3.0	-140.7	-130.5	33.4	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 0.8-PP+0.8-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Xexc.-)
⁽⁸⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	234.3	-0.7	-17.3	0.6	-0.8	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	234.3	-0.7	-17.3	0.6	-0.8	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	234.3	-0.7	-17.3	0.6	-0.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	245.5	-3.7	-15.3	0.6	-0.8	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	124.3	-2.6	-24.1	38.0	15.6	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	91.9	-2.4	7.5	34.2	27.8	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	54.3	1.5	-75.8	-69.4	16.9	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ² simos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	642.2	28.7	-35.3	4.5	-6.0	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	653.4	-38.0	30.5	4.5	-6.0	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	653.4	-38.0	30.5	4.5	-6.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	653.4	-38.0	30.5	4.5	-6.0	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1034.0	66.4	-81.5	2.2	-1.4	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1034.0	66.4	-81.5	2.2	-1.4	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1034.0	66.4	-81.5	2.2	-1.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1049.9	-82.8	67.9	2.2	-1.4	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.21. P21

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ² simos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.9	51.1	51.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	969.2	47.1	53.3	-1.3	-11.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1097.4	51.6	60.4	-1.6	-11.7	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.9	51.3	51.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	988.0	-63.5	-36.6	-1.3	-11.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1116.2	-67.6	-41.5	-1.6	-11.7	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.9	51.3	51.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	988.0	-63.5	-36.6	-1.3	-11.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1116.2	-67.6	-41.5	-1.6	-11.7	
		Pie	Cumple	Cumple	8.9	51.3	51.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	988.0	-63.5	-36.6	-1.3	-11.9	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1116.2	-67.6	-41.5	-1.6	-11.7	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	1.4	96.6	96.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2244.8	100.7	-138.2	1.5	-1.6	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2244.7	100.7	-138.2	1.5	-1.6	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	1.4	96.7	96.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2271.5	-138.8	97.5	1.5	-1.6	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2271.9	-138.8	97.6	1.6	-1.5	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	1.4	96.7	96.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2271.5	-138.8	97.5	1.5	-1.6	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2271.9	-138.8	97.6	1.6	-1.5	
		Pie	Cumple	Cumple	1.4	96.7	96.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2271.5	-138.8	97.5	1.5	-1.6	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2271.9	-138.8	97.6	1.6	-1.5	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.2	96.7	96.7	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	2271.5	-138.8	97.5	1.5	-1.6	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	2271.9	-138.8	97.6	1.6	-1.5	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ² simos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	396.8	5.1	7.9	-0.3	-4.7	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.5	-0.2	-0.3	-4.7	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.5	-0.2	-0.3	-4.7	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.5	-0.2	-0.3	-4.7	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	823.0	51.2	-64.9	0.9	-0.6	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	838.8	-66.1	51.8	0.9	-0.6	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	838.8	-66.1	51.8	0.9	-0.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	838.8	-66.1	51.8	0.9	-0.6	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



23.22. P22

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.6	51.0	51.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q	967.1	46.9	-53.2	-0.6	-11.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1094.5	51.3	-60.2	-0.8	-11.3	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	986.0	-62.3	-37.7	-0.6	-11.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1113.3	-66.1	-42.9	-0.9	-11.3	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	986.0	-62.3	-37.7	-0.6	-11.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1113.3	-66.1	-42.9	-0.9	-11.3	
		Pie	Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	986.0	-62.3	-37.7	-0.6	-11.5	Cumple
			Cumple	Cumple	8.6	51.1	51.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1113.3	-66.1	-42.9	-0.9	-11.3	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	1.0	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2259.9	99.9	138.6	-0.4	-1.5	Cumple
			Cumple	Cumple	1.0	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2259.9	99.9	138.6	-0.4	-1.5	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	1.0	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2259.9	99.9	138.6	-0.4	-1.5	Cumple
			Cumple	Cumple	1.0	96.9	96.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2286.7	-139.1	93.4	-0.4	-1.5	
		Pie	Cumple	Cumple	1.0	96.3	96.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2286.7	-139.1	93.4	-0.4	-1.5	Cumple
Cumple	Cumple		1.0	96.3	96.3	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2286.8	-139.1	93.5	-0.3	-1.3			
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.2	96.3	96.3	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2286.7	-139.1	93.4	-0.4	-1.5	Cumple
			N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.2	96.3	96.3	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2286.8	-139.1	93.5	-0.3	-1.3	

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p _s imos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	396.7	5.1	-7.9	-0.3	-4.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.2	-1.6	-0.3	-4.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.2	-1.6	-0.3	-4.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	407.9	-11.2	-1.6	-0.3	-4.6	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	833.2	51.7	65.7	0.1	-0.6	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	833.2	51.7	65.7	0.1	-0.6	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	833.2	51.7	65.7	0.1	-0.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	849.1	-66.9	50.7	0.1	-0.6	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.23. P23

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p _s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	8.3	69.4	69.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1420.2	61.8	75.9	0.3	-11.1	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	1562.5	64.1	81.0	0.3	-11.0	
		3.05 m	Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1439.0	-76.6	58.1	0.3	-11.1	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1580.9	-81.6	64.7	1.8	-9.7	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1439.0	-76.6	58.1	0.3	-11.1	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1580.9	-81.6	64.7	1.8	-9.7	
		Pie	Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	1439.0	-76.6	58.1	0.3	-11.1	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	70.1	70.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	1580.9	-81.6	64.7	1.8	-9.7	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	4.3	97.5	97.5	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	2540.8	101.5	-150.5	6.9	0.0	Cumple
			Cumple	Cumple	4.3	99.8	99.8	G, Q, V ⁽⁶⁾	N,M	2540.2	101.9	-150.5	6.8	-0.1	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	4.3	99.8	99.8	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2567.6	151.0	111.6	6.9	0.0	Cumple
			Cumple	Cumple	4.3	99.8	99.8	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2567.6	151.0	111.6	6.9	0.0	
		Pie	Cumple	Cumple	4.3	99.8	99.8	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2567.6	151.0	111.6	6.9	0.0	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	0.8	99.8	99.8	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	2567.6	151.0	111.6	6.9	0.0	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^{és} imos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	644.6	27.9	35.5	0.0	-4.1	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	655.8	-36.1	27.7	0.0	-4.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	655.8	-36.1	27.7	0.0	-4.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	655.8	-36.1	27.7	0.0	-4.1	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	984.6	58.8	-78.1	2.9	0.2	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1000.4	79.4	64.3	2.9	0.2	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1000.4	79.4	64.3	2.9	0.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	1000.4	79.4	64.3	2.9	0.2	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.24. P24

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^{és} imos							Estado
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	16.7	54.4	54.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	685.3	41.3	-86.3	19.4	-10.9	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	16.7	54.4	54.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	685.3	41.3	-86.3	19.4	-10.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	16.7	54.4	54.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	685.3	41.3	-86.3	19.4	-10.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	16.7	34.7	34.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q	704.1	-46.0	31.1	19.4	-10.9	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	56.3	39.7	56.3	G, V ⁽⁴⁾	Q	307.2	18.9	-71.0	61.0	25.4	Cumple
								G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	404.3	24.4	-88.5	48.3	32.9	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	98.9	8.1	98.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	250.2	-2.7	7.1	81.9	73.1	Cumple
								G, V ⁽⁶⁾	N,M	191.3	-2.2	16.0	70.2	60.0	
		-1.292 m	Cumple	Cumple	98.9	8.1	98.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q	250.2	-2.7	7.1	81.9	73.1	Cumple
								G, V ⁽⁶⁾	N,M	191.3	-2.2	16.0	70.2	60.0	
Pie	Cumple	Cumple	81.3	89.3	89.3	G, Q, V ⁽⁷⁾	Q,N,M	121.3	1.6	-147.5	-133.5	13.6	Cumple		
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	19.2	89.3	89.3	G, Q, V ⁽⁷⁾	Q,N,M	121.3	1.6	-147.5	-133.5	13.6	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(-Xexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)
⁽⁶⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-V(+Xexc.+)
⁽⁷⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^{és} imos						Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	307.0	5.6	-22.3	3.0	-3.9	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	307.0	5.6	-22.3	3.0	-3.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	307.0	5.6	-22.3	3.0	-3.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	318.1	-8.2	-11.5	3.0	-3.9	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	182.5	0.4	-30.5	34.0	15.1	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	113.1	-1.4	9.3	41.7	36.6	Cumple
		-1.292 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	113.1	-1.4	9.3	41.7	36.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	58.3	0.8	-79.6	-71.1	6.7	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

23.25. P25

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones				Esfuerzos p ^{simos}					Estado			
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)		Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	41.0	58.0	58.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	211.6	-25.7	65.9	-33.8	10.5	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	41.0	58.0	58.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	211.6	-25.7	65.9	-33.8	10.5	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	41.0	58.0	58.0	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	211.6	-25.7	65.9	-33.8	10.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	40.1	36.3	40.1	G, Q, V ⁽²⁾	Q	230.4	11.5	-53.9	-33.8	10.5	Cumple
						G, Q, V ⁽³⁾	N,M	222.5	11.2	-53.1	-32.6	10.3			
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	0 m	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	4.9	36.3	36.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	230.4	11.5	-53.9	-33.8	10.5	Cumple
								G, Q, V ⁽³⁾	N,M	222.5	11.2	-53.1	-32.6	10.3	
		Cabeza	Cumple	Cumple	17.4	5.4	17.4	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	123.7	3.6	7.1	-12.1	-5.4	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	87.9	33.5	87.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	405.6	26.5	52.1	108.6	-15.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	65.9	33.5	65.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	405.6	26.5	52.1	108.6	-15.3	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	14.4	33.5	33.5	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	405.6	26.5	52.1	108.6	-15.3	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Oa+0.9-V(-Xexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Oa+1.5-V(-Xexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Oa+0.9-V(+Xexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^{simos}					Estado	
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)		Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	108.8	-14.6	29.4	-14.7	6.1	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	108.8	-14.6	29.4	-14.7	6.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	108.8	-14.6	29.4	-14.7	6.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	120.0	7.1	-22.8	-14.7	6.1	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	61.0	1.8	3.1	-4.5	-3.0	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	227.8	14.8	29.5	62.1	-9.0	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	227.8	14.8	29.5	62.1	-9.0	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.26. P26

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones				Esfuerzos p ^{simos}					Estado			
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)		Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	36.5	55.8	55.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	771.1	-87.4	-45.9	11.9	47.3	Cumple
								G, Q, V ⁽²⁾	N,M	771.0	-86.2	-47.7	13.4	46.2	
		3.05 m	Cumple	Cumple	36.5	86.3	86.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	789.9	135.0	51.0	11.9	47.3	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	36.5	86.3	86.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	789.9	135.0	51.0	11.9	47.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	36.5	86.3	86.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	789.9	135.0	51.0	11.9	47.3	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	14.2	99.1	99.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1384.1	-146.0	-93.3	5.3	18.2	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	14.2	99.1	99.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1384.1	-146.0	-93.3	5.3	18.2	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	14.2	99.1	99.1	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1384.1	-146.0	-93.3	5.3	18.2	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	14.2	87.6	87.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1410.8	103.3	107.4	5.3	18.2	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.1	87.6	87.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1410.8	103.3	107.4	5.3	18.2	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Oa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Oa+0.9-V(+Xexc.+)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Oa+0.9-V(-Yexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones		Esfuerzos p ^{simos}					Estado	
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)		Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	354.6	-22.0	-10.3	6.8	17.1	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	365.8	38.7	13.7	6.8	17.1	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	365.8	38.7	13.7	6.8	17.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	365.8	38.7	13.7	6.8	17.1	Cumple



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	617.0	-61.4	-45.9	3.5	6.5	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	617.0	-61.4	-45.9	3.5	6.5	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	617.0	-61.4	-45.9	3.5	6.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	632.8	49.9	45.3	3.5	6.5	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Notas: ⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM											

23.27. P27

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^{simos}					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	35.8	41.3	41.3	G, Q, V ⁽²⁾	Q	531.7	-71.4	22.7	-4.2	43.4	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	531.7	-71.3	23.0	-4.4	43.3						
		3.05 m	Cumple	Cumple	35.2	78.8	78.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	550.5	120.4	-30.0	-4.2	43.4	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	550.5	120.3	-30.6	-4.4	43.3						
		0.6 m	Cumple	Cumple	35.2	78.8	78.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	550.5	120.4	-30.0	-4.2	43.4	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	550.5	120.3	-30.6	-4.4	43.3						
		Pie	Cumple	Cumple	35.2	78.8	78.8	G, Q, V ⁽²⁾	Q	550.5	120.4	-30.0	-4.2	43.4	Cumple
			G, Q, V ⁽³⁾	N,M	550.5	120.3	-30.6	-4.4	43.3						
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	13.4	88.3	88.3	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1174.6	-135.8	74.7	-1.5	17.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1174.6	-135.7	74.8	-1.5	17.8						
		-0.95 m	Cumple	Cumple	13.4	88.3	88.3	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1174.6	-135.8	74.7	-1.5	17.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1174.6	-135.7	74.8	-1.5	17.8						
		-4.9 m	Cumple	Cumple	13.4	88.3	88.3	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1174.6	-135.8	74.7	-1.5	17.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1174.6	-135.7	74.8	-1.5	17.8						
		Pie	Cumple	Cumple	13.4	78.0	78.0	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1201.4	93.8	-94.7	-1.5	17.8	Cumple
			G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	1201.4	93.8	-94.7	-1.5	17.8						
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	78.0	78.0	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1201.4	93.8	-94.7	-1.5	17.8	Cumple
Notas: ⁽¹⁾ La comprobación no procede ⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-) ⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+) ⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-) ⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)															

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^{simos}					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)	Qy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	215.5	-17.7	1.9	-2.2	14.9	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	226.7	35.1	-5.8	-2.2	14.9	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	226.7	35.1	-5.8	-2.2	14.9	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	226.7	35.1	-5.8	-2.2	14.9	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	492.6	-53.6	32.2	-0.8	6.3	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	492.6	-53.6	32.2	-0.8	6.3	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	492.6	-53.6	32.2	-0.8	6.3	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	508.5	37.1	-40.1	-0.8	6.3	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Notas: ⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM											



23.28. P28

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	35.0	40.9	40.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q	542.9	-71.7	-21.7	2.3	42.9	Cumple
			Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	542.9	-71.6	-21.9	2.5	42.9	
		3.05 m	Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q	561.7	119.4	25.1	2.3	42.9	Cumple
			Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	561.7	119.3	25.7	2.5	42.9	
		0.6 m	Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q	561.7	119.4	25.1	2.3	42.9	Cumple
			Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	561.7	119.3	25.7	2.5	42.9	
		Pie	Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽²⁾	Q	561.7	119.4	25.1	2.3	42.9	Cumple
			Cumple	Cumple	34.4	75.9	75.9	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	561.7	119.3	25.7	2.5	42.9	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1198.8	-135.4	-79.0	3.2	17.2	Cumple
			Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1198.8	-135.4	-79.1	3.2	17.2	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1198.8	-135.4	-79.0	3.2	17.2	Cumple
			Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1198.8	-135.4	-79.1	3.2	17.2	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q	1198.8	-135.4	-79.0	3.2	17.2	Cumple
			Cumple	Cumple	13.1	89.6	89.6	G, Q, V ⁽⁵⁾	N,M	1198.8	-135.4	-79.1	3.2	17.2	
		Pie	Cumple	Cumple	13.1	78.9	78.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1225.6	93.9	96.6	3.2	17.2	Cumple
			Cumple	Cumple	13.1	78.9	78.9	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	1225.6	93.9	96.6	3.2	17.2	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	2.0	78.9	78.9	G, Q, V ⁽⁴⁾	Q,N,M	1225.6	93.9	96.6	3.2	17.2	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)

Sección de hormigón - Situación de incendio												
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos pésimos					Estado	
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)	Qy (kN)		
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	221.8	-17.8	-1.6	1.5	14.8	Cumple	
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	232.9	34.8	3.9	1.5	14.8	Cumple	
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	232.9	34.8	3.9	1.5	14.8	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	232.9	34.8	3.9	1.5	14.8	Cumple	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	505.3	-53.7	-35.3	2.1	6.1	Cumple	
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	505.3	-53.7	-35.3	2.1	6.1	Cumple	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	505.3	-53.7	-35.3	2.1	6.1	Cumple	
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	521.1	37.4	41.1	2.1	6.1	Cumple	
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.29. P29

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)		Qx (kN)	Qy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	32.0	51.2	51.2	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	766.6	-86.0	33.5	0.2	42.7	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	32.0	69.7	69.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	785.4	120.1	34.7	0.2	42.7	
		0.6 m	Cumple	Cumple	32.0	69.7	69.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	785.4	120.1	34.7	0.2	42.7	
		Pie	Cumple	Cumple	32.0	69.7	69.7	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	785.4	120.1	34.7	0.2	42.7	
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	10.9	91.3	91.3	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	1309.7	-128.3	-93.2	5.4	13.5	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	10.9	91.3	91.3	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	1309.7	-128.3	-93.2	5.4	13.5	
		-4.9 m	Cumple	Cumple	10.9	91.3	91.3	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	1309.7	-128.3	-93.2	5.4	13.5	
		Pie	Cumple	Cumple	10.9	81.9	81.9	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	1336.5	93.1	103.8	5.4	13.5	
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	1.6	81.9	81.9	G, Q, V ⁽³⁾	Q,N,M	1336.5	93.1	103.8	5.4	13.5	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^s imos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	342.5	-20.6	2.6	0.5	14.4	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.6	30.4	4.3	0.5	14.4	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.6	30.4	4.3	0.5	14.4	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	353.6	30.4	4.3	0.5	14.4	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	561.6	-50.1	-41.6	2.7	4.1	Cumple
		-0.95 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	561.6	-50.1	-41.6	2.7	4.1	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	561.6	-50.1	-41.6	2.7	4.1	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	577.4	45.5	39.2	2.7	4.1	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM

23.30. P30

Sección de hormigón - Temperatura ambiente															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p ^s imos					Estado		
			Disp.	Arm.	O (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Ox (kN)	Oy (kN)
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	28.0	44.6	44.6	G, Q, V ⁽²⁾	Q	326.6	-50.1	-46.0	14.5	23.5	Cumple
			Cumple	Cumple	28.0	44.6	44.6	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	326.8	-48.8	-47.5	15.9	22.3	
		3.05 m	Cumple	Cumple	28.0	44.6	44.6	G, Q, V ⁽²⁾	Q	326.6	-50.1	-46.0	14.5	23.5	Cumple
			Cumple	Cumple	28.0	44.6	44.6	G, Q, V ⁽³⁾	N,M	326.8	-48.8	-47.5	15.9	22.3	
		Pie	Cumple	Cumple	27.4	18.7	27.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q,N,M	345.4	33.4	5.6	14.5	23.5	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	44.4	25.7	44.4	G, Q, V ⁽²⁾	Q	232.2	4.0	-49.5	12.9	-41.1	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	32.5	80.2	80.2	G, Q, V ⁽⁴⁾	N,M	229.1	3.5	-50.4	13.6	-39.2	
		Pie	Cumple	Cumple	32.5	80.2	80.2	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	121.0	-0.5	-92.4	-26.6	-6.5	Cumple
Cimentación	40x40	Arranque	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	3.8	80.2	80.2	G, Q, V ⁽⁵⁾	Q,N,M	121.0	-0.5	-92.4	-26.6	-6.5	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ La comprobación no procede
⁽²⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)
⁽³⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)
⁽⁴⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)
⁽⁵⁾ 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)

Sección de hormigón - Situación de incendio											
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones			Esfuerzos p ^s imos					Estado
			Inc.	Aprov. (%)	Naturaleza	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Ox (kN)	Oy (kN)	
planta alta (0 - 4 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	148.1	-19.5	-18.1	3.5	8.6	Cumple
		3.05 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	148.1	-19.5	-18.1	3.5	8.6	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	148.1	-19.5	-18.1	3.5	8.6	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	159.3	11.1	-5.9	3.5	8.6	Cumple
planta baja (-5.5 - 0 m)	40x40	Cabeza	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	108.8	1.4	-24.2	9.8	-17.0	Cumple
		-4.9 m	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	54.6	-0.3	-49.9	-14.6	-3.5	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	G ⁽¹⁾	54.6	-0.3	-49.9	-14.6	-3.5	Cumple
Cimentación	40x40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Notas:
⁽¹⁾ 0.8-PP+0.8-CM



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

24. VIGAS

24.1. Cimentación

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{x,sl}	TV _{y,sl}	T,Disp _{-sl}	T,Disp _{-st}	
P6 - P12	Cumple	Cumple	'0.349 m' η = 22.6	'P12' η = 6.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 22.6
P12 - P18	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.848 m' η = 7.4	'P18' η = 5.6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 7.4
P18 - P24	Cumple	Cumple	'7.000 m' η = 15.8	'P24' η = 4.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 15.8
P24 - P30	Cumple	'0.000 m' Cumple	'6.950 m' η = 12.5	'0.673 m' η = 3.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 12.5
P1 - P2	Cumple	Cumple	'1.166 m' η = 27.8	'P1' η = 6.9	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 27.8
P5 - P6	Cumple	Cumple	'5.486 m' η = 19.4	'5.611 m' η = 6.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 19.4
P1 - P7	Cumple	Cumple	'1.198 m' η = 27.6	'P7' η = 8.7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 27.6
P7 - P13	Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.848 m' η = 11.6	'6.473 m' η = 4.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 11.6
P13 - P19	Cumple	'0.000 m' Cumple	'7.000 m' η = 11.0	'P13' η = 4.8	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 11.0
P19 - P25	Cumple	Cumple	'6.950 m' η = 36.9	'P25' η = 13.3	'6.798 m' η = 6.8	'6.798 m' η = 95.1	'6.798 m' η = 34.3	'6.798 m' η = 40.9	N.P. ⁽¹⁾	'6.950 m' η = 9.4	N.P. ⁽¹⁾	'6.950 m' Cumple	'6.798 m' Cumple	'6.798 m' Cumple	CUMPLE h = 95.1
P5 - P25	Cumple	Cumple	'4.496 m' η = 68.8	'3.835 m' η = 63.2	'0.000 m' η = 7.9	'0.000 m' η = 74.6	'0.000 m' η = 25.0	'3.835 m' η = 66.4	N.P. ⁽¹⁾	'4.496 m' η = 15.2	N.P. ⁽¹⁾	'4.496 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE
P5 - P26	Cumple	Cumple	'6.670 m' η = 89.8	'3.291 m' η = 94.4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 94.4
P5 - P27	Cumple	Cumple	'6.720 m' η = 90.1	'2.596 m' η = 95.4	'0.096 m' η = 4.1	'0.096 m' η = 29.2	'0.000 m' η = 7.5	'0.000 m' η = 42.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 17.9	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE h = 95.4
P5 - P28	Cumple	Cumple	'6.720 m' η = 90.1	'2.851 m' η = 95.2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 95.2
P5 - P29	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 88.6	'2.731 m' η = 95.4	'6.606 m' η = 3.7	'6.606 m' η = 29.4	'6.720 m' η = 7.3	'6.606 m' η = 41.8	N.P. ⁽¹⁾	'6.720 m' η = 16.1	N.P. ⁽¹⁾	'6.720 m' Cumple	'6.606 m' Cumple	'6.606 m' Cumple	CUMPLE h = 95.4
P5 - P30	Cumple	Cumple	'0.000 m' η = 87.3	'1.861 m' η = 92.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	CUMPLE h = 92.3

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _{x,sl}	TV _{y,sl}	T,Disp _{-sl}	T,Disp _{-st}		-
- P3	Cumple	'0.000 m' Cumple	'6.596 m' η = 5.0	'P2' η = 3.3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE h = 5.0
- P4	Cumple	'0.000 m' Cumple	'6.476 m' η = 6.3	'2.101 m' η = 2.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE h = 6.3
- P5	Cumple	'0.000 m' Cumple	'6.663 m' η = 4.1	'P5' η = 2.0	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽⁴⁾	CUMPLE h = 4.1

Notación:

- Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
- Arm.: Armadura mínima y máxima
- Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
- N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
- T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
- T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
- T_{sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
- TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
- TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
- TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
- TV_{x,sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
- TV_{y,sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
- T,Disp_{-sl}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
- T,Disp_{-st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
- x: Distancia al origen de la barra
- h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
- N.P.: No procede
- : -

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.
- ⁽³⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁴⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	W _{k,C.sup.}	W _{k,C.Lat.Der.}	W _{k,C.inf.}	W _{k,C.Lat.Izq.}	σ _{sr}	V _{fis}	
P6 - P12	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P12 - P18	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P18 - P24	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P24 - P30	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P1 - P2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P5 - P6	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P1 - P7	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P7 - P13	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P13 - P19	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P19 - P25	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B0 - P25	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P25 - P26	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P26 - P27	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P27 - P28	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P28 - P29	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P29 - P30	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)							Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	-	
P2 - P3	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
P3 - P4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE
P4 - P5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE

Producido por una versión educativa de CYPE

<p>Notación:</p> <p>$W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior $W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha $W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior $W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda s_{sr}: Área mínima de armadura V_{fis}: Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede -: -</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo. ⁽²⁾ No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>
--



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

24.2. planta baja

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _α	T _β	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _s	TV _s	T _{Disp.α}	T _{Disp.β}	
P19 - P20	Cumple	Cumple	'6.262 m' η = 90.9	'P19' η = 94.6	'2.977 m' η = 28.0	'2.977 m' η = 68.6	'2.977 m' η = 48.5	'2.977 m' η = 82.4	N.P. ⁽¹⁾	'2.977 m' η = 41.4	N.P. ⁽²⁾	'2.977 m' Cumple	'0.843 m' Cumple	'0.843 m' Cumple	CUMPLE h = 94.6
P25 - P26	Cumple	'0.000 m' Cumple	'6.262 m' η = 90.8	'P25' η = 93.3	'6.443 m' η = 14.0	'3.000 m' η = 50.6	'3.000 m' η = 10.4	'3.000 m' η = 87.3	N.P. ⁽²⁾	'6.670 m' η = 32.3	N.P. ⁽²⁾	'3.000 m' Cumple	'3.000 m' Cumple	'3.000 m' Cumple	CUMPLE h = 93.3
P26 - P27	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 90.4	'3.107 m' η = 88.1	'6.573 m' η = 17.7	'0.973 m' η = 17.1	'1.240 m' η = 7.8	'5.507 m' η = 40.9	N.P. ⁽¹⁾	'6.720 m' η = 38.3	N.P. ⁽²⁾	'0.973 m' Cumple	'0.973 m' Cumple	'0.973 m' Cumple	CUMPLE h = 90.4
P27 - P28	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 89.2	'2.920 m' η = 89.3	'6.653 m' η = 35.8	'1.053 m' η = 15.4	'5.320 m' η = 10.3	'5.053 m' η = 57.4	N.P. ⁽¹⁾	'6.720 m' η = 64.3	N.P. ⁽²⁾	'6.120 m' Cumple	'0.787 m' Cumple	'0.787 m' Cumple	CUMPLE h = 89.3
P28 - P29	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 88.7	'3.000 m' η = 89.2	'0.000 m' η = 34.6	'0.867 m' η = 16.5	'1.400 m' η = 10.7	'1.667 m' η = 56.3	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 60.6	N.P. ⁽²⁾	'0.600 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	CUMPLE h = 89.2
P29 - P30	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 87.3	'6.413 m' η = 81.5	'0.000 m' η = 13.1	'0.947 m' η = 20.3	'1.480 m' η = 10.2	'2.013 m' η = 40.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 30.5	N.P. ⁽²⁾	'0.680 m' Cumple	'0.680 m' Cumple	'0.680 m' Cumple	CUMPLE h = 87.3
B0 - B1	Cumple	Cumple	'1.467 m' η = 78.0	'3.600 m' η = 65.2	'6.800 m' η = 18.3	'6.800 m' η = 61.2	'6.800 m' η = 46.5	'0.000 m' η = 60.8	N.P. ⁽¹⁾	'6.950 m' η = 29.1	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE

Notación:

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
 Arm.: Armadura mínima y máxima
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
 T: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
 T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
 T_α: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
 T_β: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
 TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
 TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
 TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
 TV_s: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
 T_{Disp.α}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
 h: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽²⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.

Producido por una versión educativa de CYPE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Izq.}	σ _{sr}	V _{fis}	
P19 - P20	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 2.977 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P25 - P26	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 6.557 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P26 - P27	x: 6.72 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.72 m Cumple	x: 6.647 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P27 - P28	x: 6.72 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.72 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P28 - P29	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P29 - P30	x: 6.67 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 6.67 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	Cumple	CUMPLE
B0 - B1	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	Cumple	CUMPLE

Notación:

W_{k,C,sup.}: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior
 W_{k,C,Lat.Der.}: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha
 W_{k,C,inf.}: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior
 W_{k,C,Lat.Izq.}: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda
 s_{sr}: Área mínima de armadura
 V_{fis}: Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante
 x: Distancia al origen de la barra
 η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Activa (Cuasipermanente) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	Estado
P19 - P20	$f_{T,max}$: 3.52 mm $f_{T,lim}$: 23.60 mm	$f_{A,max}$: 0.58 mm $f_{A,lim}$: 1.69 mm	CUMPLE
P25 - P26	$f_{T,max}$: 6.31 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 5.23 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P26 - P27	$f_{T,max}$: 2.93 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 2.25 mm $f_{A,lim}$: 13.29 mm	CUMPLE
P27 - P28	$f_{T,max}$: 4.69 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 3.93 mm $f_{A,lim}$: 13.44 mm	CUMPLE
P28 - P29	$f_{T,max}$: 3.66 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 2.96 mm $f_{A,lim}$: 13.44 mm	CUMPLE
P29 - P30	$f_{T,max}$: 0.18 mm $f_{T,lim}$: 1.84 mm	$f_{A,max}$: 0.45 mm $f_{A,lim}$: 1.31 mm	CUMPLE
B0 - B1	$f_{T,max}$: 4.10 mm $f_{T,lim}$: 27.80 mm	$f_{A,max}$: 2.92 mm $f_{A,lim}$: 13.90 mm	CUMPLE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

24.3. planta alta

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T _c	T _{st}	T _{sl}	TNM _x	TV _x	TV _y	TV _s	TV _s	T,Disp _{ca}		T,Disp _{ca}
P1 - P2	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 90.1	'P2' η = 78.2	'0.000 m' η = 6.6	'5.643 m' η = 17.5	'5.110 m' η = 12.4	'4.577 m' η = 62.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 19.6	N.P. ⁽²⁾	'6.177 m' Cumple	'4.577 m' Cumple	'4.577 m' Cumple	CUMPLE h = 90.1
P2 - P3	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 83.8	'3.107 m' η = 83.9	'6.573 m' η = 4.9	'0.707 m' η = 16.8	'1.507 m' η = 11.1	'0.440 m' η = 51.3	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 26.0	N.P. ⁽²⁾	'0.440 m' Cumple	'0.440 m' Cumple	'0.440 m' Cumple	CUMPLE
P3 - P4	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 90.2	'2.920 m' η = 78.7	'6.653 m' η = 10.6	'0.787 m' η = 18.0	'5.320 m' η = 10.1	'5.320 m' η = 45.5	N.P. ⁽²⁾	'6.720 m' η = 32.9	N.P. ⁽²⁾	'0.520 m' Cumple	'0.520 m' Cumple	'0.520 m' Cumple	CUMPLE
P4 - P5	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 88.0	'2.867 m' η = 81.6	'0.000 m' η = 10.9	'5.667 m' η = 17.8	'5.400 m' η = 10.8	'5.133 m' η = 45.0	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 32.9	N.P. ⁽²⁾	'6.200 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	CUMPLE
P5 - P6	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 80.2	'3.347 m' η = 78.3	'0.000 m' η = 5.1	'6.013 m' η = 20.2	'1.480 m' η = 12.4	'2.013 m' η = 61.9	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 28.7	N.P. ⁽²⁾	'0.413 m' Cumple	'0.413 m' Cumple	'0.413 m' Cumple	CUMPLE
P17 - P18	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 88.2	'P17' η = 89.9	'4.820 m' η = 21.5	'4.820 m' η = 56.3	'4.820 m' η = 39.1	'4.820 m' η = 80.7	N.P. ⁽²⁾	'4.820 m' η = 36.2	N.P. ⁽²⁾	'4.820 m' Cumple	'4.680 m' Cumple	'4.680 m' Cumple	CUMPLE
B2 - B0	Cumple	Cumple	'1.650 m' η = 89.9	'0.408 m' η = 95.0	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 95.0
P19 - P20	Cumple	Cumple	'6.262 m' η = 88.3	'6.443 m' η = 94.4	'2.977 m' η = 30.2	'2.977 m' η = 74.2	'2.977 m' η = 47.6	'3.000 m' η = 87.9	N.P. ⁽¹⁾	'2.977 m' η = 42.9	N.P. ⁽²⁾	'2.977 m' Cumple	'0.577 m' Cumple	'0.577 m' Cumple	CUMPLE h = 94.4
P23 - P24	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 89.6	'P23' η = 90.5	'6.547 m' η = 25.1	'4.820 m' η = 60.0	'4.820 m' η = 40.8	'4.820 m' η = 82.4	N.P. ⁽²⁾	'4.883 m' η = 39.2	N.P. ⁽²⁾	'4.883 m' Cumple	'4.680 m' Cumple	'4.680 m' Cumple	CUMPLE h = 90.5
P25 - P26	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 87.5	'2.700 m' η = 87.4	'3.000 m' η = 8.1	'3.000 m' η = 58.5	'3.000 m' η = 9.5	'3.000 m' η = 87.1	N.P. ⁽²⁾	'6.670 m' η = 29.3	N.P. ⁽²⁾	'6.177 m' Cumple	'3.000 m' Cumple	'3.000 m' Cumple	CUMPLE
P26 - P27	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 83.2	'3.107 m' η = 95.2	'6.573 m' η = 6.6	'0.707 m' η = 17.0	'1.507 m' η = 12.9	'2.040 m' η = 56.0	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 29.5	N.P. ⁽²⁾	'6.307 m' Cumple	'0.440 m' Cumple	'0.440 m' Cumple	CUMPLE h = 95.2
P27 - P28	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 89.6	'2.920 m' η = 91.7	'6.653 m' η = 14.6	'0.787 m' η = 17.4	'5.320 m' η = 11.8	'6.312 m' η = 60.1	N.P. ⁽²⁾	'6.720 m' η = 40.5	N.P. ⁽²⁾	'6.312 m' Cumple	'0.520 m' Cumple	'0.520 m' Cumple	CUMPLE h = 91.7
P28 - P29	Cumple	Cumple	'1.800 m' η = 81.4	'3.000 m' η = 95.2	'0.000 m' η = 14.7	'5.667 m' η = 16.5	'5.400 m' η = 13.4	'4.600 m' η = 61.2	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 39.9	N.P. ⁽¹⁾	'6.312 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	CUMPLE h = 95.2
P29 - P30	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 81.2	'3.347 m' η = 93.4	'0.000 m' η = 7.0	'6.013 m' η = 22.2	'1.480 m' η = 13.0	'4.947 m' η = 81.8	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 33.6	N.P. ⁽²⁾	'0.413 m' Cumple	'0.413 m' Cumple	'0.413 m' Cumple	CUMPLE h = 93.4
P30 - P7	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 89.3	'2.683 m' η = 78.1	'6.817 m' η = 4.4	'6.017 m' η = 16.9	'5.483 m' η = 12.3	'6.542 m' η = 62.3	N.P. ⁽²⁾	'6.950 m' η = 28.5	N.P. ⁽²⁾	'6.542 m' Cumple	'4.950 m' Cumple	'4.950 m' Cumple	CUMPLE
P30 - P13	Cumple	Cumple	'6.592 m' η = 90.1	'3.200 m' η = 82.9	'6.933 m' η = 9.3	'0.800 m' η = 17.7	'1.467 m' η = 10.3	'1.600 m' η = 43.3	N.P. ⁽²⁾	'7.000 m' η = 32.1	N.P. ⁽²⁾	'0.533 m' Cumple	'0.533 m' Cumple	'0.533 m' Cumple	CUMPLE h = 90.1
P30 - P19	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 90.6	'3.400 m' η = 88.2	'0.000 m' η = 9.7	'5.933 m' η = 19.1	'5.667 m' η = 15.0	'4.600 m' η = 66.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 33.9	N.P. ⁽²⁾	'6.592 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	'0.600 m' Cumple	CUMPLE h = 90.6
P30 - P25	Cumple	Cumple	'6.542 m' η = 90.7	'3.823 m' η = 94.5	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 94.5
P30 - B5	Cumple	Cumple	'1.467 m' η = 72.4	'3.600 m' η = 62.3	'6.800 m' η = 23.1	'6.800 m' η = 67.3	'6.800 m' η = 59.0	'0.000 m' η = 71.1	N.P. ⁽¹⁾	'6.950 m' η = 34.9	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE
P30 - B2	Cumple	Cumple	'1.533 m' η = 68.8	'B1' η = 61.8	'0.000 m' η = 17.6	'4.867 m' η = 60.2	'0.000 m' η = 44.7	'0.000 m' η = 75.5	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 31.8	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE
P30 - B4	Cumple	Cumple	'1.640 m' η = 46.2	'1.607 m' η = 67.2	'0.000 m' η = 31.6	'0.000 m' η = 81.8	'0.000 m' η = 78.2	'1.607 m' η = 76.1	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 32.9	N.P. ⁽¹⁾	'1.640 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	'0.000 m' Cumple	CUMPLE h = 81.8
P30 - P12	Cumple	Cumple	'6.542 m' η = 80.5	'2.550 m' η = 93.5	'6.017 m' η = 5.4	'0.417 m' η = 19.0	'5.483 m' η = 15.9	'4.417 m' η = 79.9	N.P. ⁽²⁾	'6.950 m' η = 34.2	N.P. ⁽¹⁾	'6.542 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	CUMPLE h = 93.5
P30 - P18	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 80.8	'P12' η = 79.5	'6.933 m' η = 8.0	'2.133 m' η = 31.9	'1.467 m' η = 13.6	'0.408 m' η = 59.8	N.P. ⁽²⁾	'7.000 m' η = 37.1	N.P. ⁽¹⁾	'2.133 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	CUMPLE
P30 - B0	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 88.8	'B0' η = 90.0	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 90.0
P30 - P24	Cumple	Cumple	'1.232 m' η = 78.9	'0.169 m' η = 92.6	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 92.6
P24 - P30	Cumple	Cumple	'0.408 m' η = 78.2	'P24' η = 83.7	'0.000 m' η = 10.3	'2.667 m' η = 30.9	'1.467 m' η = 19.9	'1.333 m' η = 72.9	N.P. ⁽¹⁾	'0.000 m' η = 49.2	N.P. ⁽¹⁾	'6.533 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	'0.408 m' Cumple	CUMPLE

Notación:
 Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras
 Arm.: Armadura mínima y máxima
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)
 T: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.
 T_c: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.
 T_{st}: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.
 TNM_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.
 TV_x: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua
 TV_y: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua
 TV_s: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.
 TV_s: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.
 T,Disp_{ca}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.
 T,Disp_{ca}: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.
 x: Distancia al origen de la barra
 h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
⁽¹⁾ No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
⁽²⁾ La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	W _{k,C,sup.}	W _{k,C,Lat.Der.}	W _{k,C,inf.}	W _{k,C,Lat.Izq.}	σ _{sr}	V _{fis}	
P1 - P2	x: 6.67 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.67 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P2 - P3	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P3 - P4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.72 m Cumple	Cumple	CUMPLE



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
P4 - P5	x: 6.72 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 6.72 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P5 - P6	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P17 - P18	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 4.82 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
B2 - B0	N.P. ⁽²⁾	x: 0.142 m Cumple	x: 0.142 m Cumple	x: 0.142 m Cumple	x: 1.242 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P19 - P20	x: 6.67 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 6.67 m Cumple	x: 6.557 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P23 - P24	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 4.82 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 4.68 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P25 - P26	x: 6.67 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 3 m Cumple	x: 6.557 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P26 - P27	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P27 - P28	x: 6.72 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 6.72 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P28 - P29	x: 6.72 m Cumple	x: 6.72 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 6.72 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P29 - P30	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P1 - P7	x: 6.95 m Cumple	x: 6.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.95 m Cumple	x: 6.883 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P7 - P13	x: 7 m Cumple	x: 7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 7 m Cumple	x: 7 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P13 - P19	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P19 - P25	x: 0 m Cumple	x: 4.17 m Cumple	x: 4.17 m Cumple	x: 4.17 m Cumple	x: 3.475 m Cumple	Cumple	CUMPLE
B3 - B5	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B1 - B2	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
B2 - B4	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽¹⁾	Cumple	CUMPLE
P6 - P12	x: 6.95 m Cumple	x: 6.95 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 6.95 m Cumple	x: 6.817 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P12 - P18	x: 7 m Cumple	x: 7 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 7 m Cumple	x: 6.967 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P18 - B0	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 5.11 m Cumple	x: 0 m Cumple	x: 5.11 m Cumple	Cumple	CUMPLE
B0 - P24	x: 1.64 m Cumple	x: 1.64 m Cumple	N.P. ⁽¹⁾	x: 1.64 m Cumple	x: 1.052 m Cumple	Cumple	CUMPLE
P24 - P30	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. ⁽²⁾	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	Cumple	CUMPLE

Notación:
 $W_{k,C,sup.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara superior
 $W_{k,C,Lat.Der.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral derecha
 $W_{k,C,inf.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior
 $W_{k,C,Lat.Izq.}$: Cálculo del ancho de fisura: Cara lateral izquierda
 S_{sr} : Área mínima de armadura
 V_{fis} : Fisuración debida a tensiones tangenciales de cortante
x: Distancia al origen de la barra
h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (CÓDIGO ESTRUCTURAL)						Estado
	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,Inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	σ_{sr}	V_{fis}	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):							
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.							
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.							

Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Activa (Cuasipermanente) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	Estado
P1 - P2	$f_{T,max}$: 4.20 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 2.82 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P2 - P3	$f_{T,max}$: 2.54 mm $f_{T,lim}$: 26.45 mm	$f_{A,max}$: 1.87 mm $f_{A,lim}$: 13.23 mm	CUMPLE
P3 - P4	$f_{T,max}$: 2.92 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 2.09 mm $f_{A,lim}$: 13.44 mm	CUMPLE
P4 - P5	$f_{T,max}$: 2.47 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 1.80 mm $f_{A,lim}$: 13.44 mm	CUMPLE
P5 - P6	$f_{T,max}$: 4.36 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 2.98 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P17 - P18	$f_{T,max}$: 5.38 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 3.77 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
B2 - B0	$f_{T,max}$: 1.71 mm $f_{T,lim}$: 6.60 mm	$f_{A,max}$: 1.49 mm $f_{A,lim}$: 3.30 mm	CUMPLE
P19 - P20	$f_{T,max}$: 7.23 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 5.27 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P23 - P24	$f_{T,max}$: 6.60 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 4.56 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P25 - P26	$f_{T,max}$: 12.13 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 10.42 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P26 - P27	$f_{T,max}$: 2.53 mm $f_{T,lim}$: 24.96 mm	$f_{A,max}$: 1.92 mm $f_{A,lim}$: 12.38 mm	CUMPLE
P27 - P28	$f_{T,max}$: 3.75 mm $f_{T,lim}$: 26.88 mm	$f_{A,max}$: 2.90 mm $f_{A,lim}$: 13.44 mm	CUMPLE
P28 - P29	$f_{T,max}$: 3.05 mm $f_{T,lim}$: 26.33 mm	$f_{A,max}$: 2.41 mm $f_{A,lim}$: 13.18 mm	CUMPLE
P29 - P30	$f_{T,max}$: 5.51 mm $f_{T,lim}$: 26.68 mm	$f_{A,max}$: 4.13 mm $f_{A,lim}$: 13.34 mm	CUMPLE
P1 - P7	$f_{T,max}$: 4.55 mm $f_{T,lim}$: 27.80 mm	$f_{A,max}$: 3.09 mm $f_{A,lim}$: 13.90 mm	CUMPLE
P7 - P13	$f_{T,max}$: 2.61 mm $f_{T,lim}$: 28.00 mm	$f_{A,max}$: 1.92 mm $f_{A,lim}$: 14.00 mm	CUMPLE
P13 - P19	$f_{T,max}$: 3.73 mm $f_{T,lim}$: 28.00 mm	$f_{A,max}$: 2.58 mm $f_{A,lim}$: 14.00 mm	CUMPLE
P19 - P25	$f_{T,max}$: 3.96 mm $f_{T,lim}$: 25.87 mm	$f_{A,max}$: 3.63 mm $f_{A,lim}$: 13.08 mm	CUMPLE
B3 - B5	$f_{T,max}$: 3.77 mm $f_{T,lim}$: 27.80 mm	$f_{A,max}$: 2.65 mm $f_{A,lim}$: 13.90 mm	CUMPLE
B1 - B2	$f_{T,max}$: 1.16 mm $f_{T,lim}$: 20.44 mm	$f_{A,max}$: 0.72 mm $f_{A,lim}$: 10.22 mm	CUMPLE
B2 - B4	$f_{T,max}$: 0.05 mm $f_{T,lim}$: 6.32 mm	$f_{A,max}$: 0.05 mm $f_{A,lim}$: 3.20 mm	CUMPLE

Producido por una versión educativa de CYPE



Comprobaciones de flecha			
Vigas	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Activa (Cuasipermanente) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/500$	Estado
P6 - P12	$f_{T,max}$: 5.63 mm $f_{T,lim}$: 27.80 mm	$f_{A,max}$: 4.16 mm $f_{A,lim}$: 13.90 mm	CUMPLE
P12 - P18	$f_{T,max}$: 4.37 mm $f_{T,lim}$: 28.00 mm	$f_{A,max}$: 3.38 mm $f_{A,lim}$: 14.00 mm	CUMPLE
P18 - B0	$f_{T,max}$: 3.88 mm $f_{T,lim}$: 24.76 mm	$f_{A,max}$: 3.52 mm $f_{A,lim}$: 12.60 mm	CUMPLE
B0 - P24	$f_{T,max}$: 2.32 mm $f_{T,lim}$: 24.76 mm	$f_{A,max}$: 2.12 mm $f_{A,lim}$: 12.60 mm	CUMPLE
P24 - P30	$f_{T,max}$: 6.36 mm $f_{T,lim}$: 27.80 mm	$f_{A,max}$: 4.66 mm $f_{A,lim}$: 13.90 mm	CUMPLE

25. DATOS GENERALES

- Hormigón: HA-30, $Y_c=1.5$
- Acero: B 500 S, $Y_s=1.15$
- Recubrimiento geométrico: 3.0 cm

Acciones

- CTE
- Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

26. ESCALERA 1

26.1. Geometría

- Ámbito: 1.650 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.180 m
- Peldañado: Realizado con ladrillo

26.2. Cargas

- Peso propio: 3.68 kN/m²
- Peldañado: 1.19 kN/m²
- Barandillas: 1.00 kN/m
- Solado: 1.00 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 3.00 kN/m²

26.3. Tramo 1

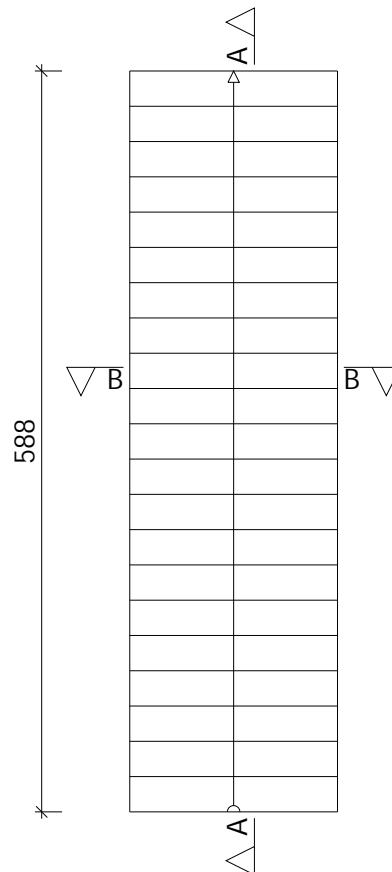
26.3.1. Geometría

- Planta final: planta alta
- Planta inicial: planta baja
- Espesor: 0.15 m
- Huella: 0.280 m
- Contrahuella: 0.180 m

Producido por la versión educativa de CYPE



- N° de escalones: 22
- Desnivel que salva: 3.96 m
- Apoyo de las mesetas: Muro de fábrica (Anchura: 0.20 m)



26.3.2. Resultados

26.3.2. Resultados

Armadura			
Sección	Tipo	Superior	Inferior
A-A	Longitudinal	Ø8c/20	Ø16c/10
B-B	Transversal	Ø8c/20	Ø8c/20

Reacciones (kN/m)			
Posición	Peso propio	Cargas muertas	Sobrecarga de uso
Arranque	12.9	10.6	8.8
Entrega	12.9	10.6	8.8

26.3.3. Medición

Medición						
Sección	Cara	Diámetro	Número	Longitud (m)	Total (m)	Peso (kg)
A-A	Superior	Ø8	9	8.35	75.15	29.7
A-A	Inferior	Ø16	17	8.48	144.16	227.5
B-B	Superior	Ø8	36	1.75	63.00	24.9
B-B	Inferior	Ø8	35	1.75	61.25	24.2
					Total + 10 %	336.8



- Volumen de hormigón: 1.73 m³
- Superficie: 11.5 m²
- Cuantía volumétrica: 194.7 kg/m³
- Cuantía superficial: 29.2 kg/m²

27. DATOS GENERALES

- Código Estructural, A20.5.3

• Referencias:

- R. req.: resistencia requerida, periodo de tiempo durante el cual un elemento estructural debe mantener su capacidad portante, expresado en minutos.
- F. Comp.: indica si el forjado tiene función de compartimentación.
- a_m : distancia equivalente al eje de las armaduras (Código Estructural, Anejo 20 - Fórmula 5.5).
- a_{min} : distancia mínima equivalente al eje exigida por la norma para cada tipo de elemento estructural.
- b: menor dimensión de la sección transversal.
- b_{min} : valor mínimo de la menor dimensión exigido por la norma.
- h: espesor de losa o capa de compresión.
- h_{min} : espesor mínimo para losa o capa de compresión exigido por la norma.
- Rev. mín. nec.: espesor de revestimiento mínimo necesario.
- Solado mín. nec.: espesor de solado incombustible mínimo necesario.

• Comprobaciones:

Generales:

- Distancia equivalente al eje: $a_m \geq a_{min}$ (se indica el espesor de revestimiento necesario para cumplir esta condición cuando resulte necesario).
- Dimensión mínima: $b \geq b_{min}$.
- Compartimentación: $h \geq h_{min}$ (se indica el espesor de solado incombustible necesario para cumplir esta condición cuando resulte necesario).

Particulares:

- Se han realizado las comprobaciones particulares para aquellos elementos estructurales en los que la norma así lo exige.

Datos por planta				
Planta	R. req.	F. Comp.	Revestimiento de elementos de hormigón	
			Inferior (forjados y vigas)	Pilares y muros
planta alta	R 120	-	Genérico	Genérico
planta baja	R 120	-	Genérico	Genérico



28. COMPROBACIONES

28.1. planta baja

28.1.1. Elementos de hormigón armado

planta baja - Pilares - R 120			
Refs.	Sección	Revestimiento Genérico ⁽¹⁾	Estado
		Espesor (mm)	
P1	40x40	20	Cumple
P2	40x40	20	Cumple
P3	40x40	20	Cumple
P4	40x40	15	Cumple
P5	40x40	15	Cumple
P6	40x40	20	Cumple
P7	40x40	20	Cumple
P8	40x40	15	Cumple
P9	40x40	15	Cumple
P10	40x40	15	Cumple
P11	40x40	15	Cumple
P12	40x40	20	Cumple
P13	40x40	20	Cumple
P14	40x40	15	Cumple
P15	40x40	15	Cumple
P16	40x40	15	Cumple
P17	40x40	15	Cumple
P18	40x40	20	Cumple
P19	40x40	15	Cumple
P20	40x40	15	Cumple
P21	40x40	15	Cumple
P22	40x40	15	Cumple
P23	40x40	15	Cumple
P24	40x40	15	Cumple
P25	40x40	20	Cumple
P26	40x40	20	Cumple
P27	40x40	20	Cumple
P28	40x40	20	Cumple
P29	40x40	20	Cumple
P30	40x40	15	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ Genérico



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

planta baja - Vigas - R 120						
Pórtico	Tramo	Dimensiones (mm)	a_m (mm)	a_{min} (mm)	Rev. mín. nec. Genérico (mm)	Estado
1	P19-P20	400x450	46	40	---	Cumple
2	P25-P26	400x450	45	40	---	Cumple
	P26-P27	400x450	44	40	---	Cumple
	P27-P28	400x450	42	40	---	Cumple
	P28-P29	400x450	44	40	---	Cumple
	P29-P30	400x450	42	40	---	Cumple
3	B0-B1	400x450	44	40	---	Cumple

planta baja - Muros - R 120						
Ref.	Espesor (mm)	b_{min} (mm)	a_m (mm)	a_{min} (mm)	Rev. mín. nec. Genérico (mm)	Estado
M5	400	160	50	35	---	Cumple
M6	400	160	68	35	---	Cumple
M7	400	160	68	35	---	Cumple
M1	400	160	52	35	---	Cumple
M2	400	160	54	35	---	Cumple
M3	400	160	52	35	---	Cumple
M10	400	160	54	35	---	Cumple

planta baja - Forjados reticulares - R 120							
Paño	Forjado	b_{total} (mm)	b_{min} (mm)	a_m (mm)	a_{min} (mm)	Rev. mín. nec. Genérico (mm)	Estado
R1	FR 35+10 RECUP	160	160	35	55	20	Cumple

Notas:

En el paño R1 es necesario, por estar sobre apoyos puntuales, que la armadura en el tramo sea al menos el 20% de la armadura sobre pilares, por lo que puede resultar conveniente disponer un armado base que cubra ese 20% (Artículo C.2.3.4-2 CTE DB SI).

Producido por una versión educativa de CYPE



28.2. planta alta

28.2.1. Elementos de hormigón armado

planta alta - Pilares - R 120			
Refs.	Sección	Revestimiento Genérico ⁽¹⁾	Estado
		Espesor (mm)	
P1	40x40	15	Cumple
P2	40x40	15	Cumple
P3	40x40	15	Cumple
P4	40x40	15	Cumple
P5	40x40	15	Cumple
P6	40x40	15	Cumple
P7	40x40	15	Cumple
P8	40x40	15	Cumple
P9	40x40	15	Cumple
P10	40x40	15	Cumple
P11	40x40	15	Cumple
P12	40x40	15	Cumple
P13	40x40	15	Cumple
P14	40x40	15	Cumple
P15	40x40	15	Cumple
P16	40x40	15	Cumple
P17	40x40	15	Cumple
P18	40x40	15	Cumple
P19	40x40	15	Cumple
P20	40x40	15	Cumple
P21	40x40	15	Cumple
P22	40x40	15	Cumple
P23	40x40	15	Cumple
P24	40x40	15	Cumple
P25	40x40	15	Cumple
P26	40x40	15	Cumple
P27	40x40	15	Cumple
P28	40x40	15	Cumple
P29	40x40	15	Cumple
P30	40x40	15	Cumple

Notas:
⁽¹⁾ Genérico



ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

Edificio industrial

Fecha: 26/06/23

planta alta - Vigas - R 120									
Pórtico	Tramo	Dimensiones (mm)	b_{min} (mm)	a_m (mm)	a_{min} (mm)	Esquina		Rev. mín. nec. Genérico (mm)	Estado
						a_m (mm)	a_{min} (mm)		
1	P1-P2	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P2-P3	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P3-P4	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P4-P5	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P5-P6	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
2	P17-P18	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
3	B2-B0	250x450	200	43	59	45	69	25	Cumple
4	P19-P20	400x450	N.P.	43	40	---	---	---	Cumple
5	P23-P24	400x450	N.P.	42	40	---	---	---	Cumple
6	P25-P26	400x450	N.P.	46	40	---	---	---	Cumple
	P26-P27	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P27-P28	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P28-P29	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P29-P30	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
7	P1-P7	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P7-P13	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P13-P19	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P19-P25	400x450	200	43	35	---	---	---	Cumple
8	B3-B5	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
9	B1-B2	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	B2-B4	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
10	P6-P12	400x450	N.P.	44	40	---	---	---	Cumple
	P12-P18	400x450	N.P.	43	40	---	---	---	Cumple
	P18-B0	400x450	200	44	35	---	---	---	Cumple
	B0-P24	400x450	200	43	35	---	---	---	Cumple
	P24-P30	400x450	N.P.	43	40	---	---	---	Cumple

Notas:
N.P.: No procede.

planta alta - Vigas expuestas en todas sus caras - R 120						
Pórtico	Tramo	Dimensiones (mm)	h_{min} (mm)	Área (mm ²)	$2(b_{min})^2$ (mm ²)	Estado
3	B2-B0	250x450	200	112500	80000	Cumple
7	P19-P25	400x450	200	180000	80000	Cumple
10	P18-B0	400x450	200	180000	80000	Cumple
	B0-P24	400x450	200	180000	80000	Cumple

planta alta - Forjados reticulares - R 120							
Paño	Forjado	b_{total} (mm)	b_{min} (mm)	a_m (mm)	a_{min} (mm)	Rev. mín. nec. Genérico (mm)	Estado
R1	FR 35+10 RECUP	160	160	35	55	20	Cumple

Notas:
En el paño R1 es necesario, por estar sobre apoyos puntuales, que la armadura en el tramo sea al menos el 20% de la armadura sobre pilares, por lo que puede resultar conveniente disponer un armado base que cubra ese 20% (Artículo C.2.3.4-2 CTE DB SI).

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

ANEXO I: CÁLCULO ESTRUCTURAL

3. LISTADOS DE ESTRUCTURA METÁLICA
PÓRTICO CENTRAL (TIPO)

Trabajo de Fin de Grado

ÍNDICE

1. RESULTADOS.....	2
1.1. Nudos.....	2
1.1.1. Desplazamientos.....	2
1.1.2. Reacciones.....	22
1.2. Barras.....	24
1.2.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo).....	24
2. UNIONES.....	188
2.1. Memoria de cálculo.....	188
2.1.1. Tipo 1.....	188
2.1.2. Tipo 2.....	192
2.1.3. Tipo 3.....	196
2.1.4. Tipo 4.....	198
2.2. Medición.....	200



1. RESULTADOS

1.1. Nudos

1.1.1. Desplazamientos

Referencias:

Dx, Dy, Dz: Desplazamientos de los nudos en ejes globales.

Gx, Gy, Gz: Giros de los nudos en ejes globales.

1.1.1.1. Hipótesis

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N20	Peso propio	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	CM 1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	Q 1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H2	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H3	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H4	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H5	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	V H6	0.000	0.000	0.000	-	-	-
	N 1	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N43	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N44	Peso propio	0.000	-1.201	-0.081	-2.229	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.662	-0.095	-2.956	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.580	-0.038	-1.193	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.333	-0.004	0.161	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.497	-0.044	-1.428	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.837	-0.048	-1.267	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.661	0.006	-0.262	0.000	0.000
	V H5	0.000	-1.947	0.108	3.522	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.714	0.114	3.260	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.290	-0.019	-0.596	0.000	0.000
N45	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N46	Peso propio	0.000	-0.952	0.039	0.435	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.330	0.057	0.599	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.446	0.016	0.236	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.314	0.036	0.419	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.609	0.013	-0.241	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.705	0.049	0.179	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.634	-0.066	-0.635	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.275	-0.001	0.052	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.360	-0.068	-0.583	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.223	0.008	0.118	0.000	0.000
N47	Peso propio	0.000	-0.703	-0.159	-0.512	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.020	-0.152	-0.638	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.331	-0.072	-0.235	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.492	0.828	0.250	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.023	-1.072	-0.735	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.469	-0.244	-0.484	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.884	-1.262	-0.337	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.926	1.591	1.158	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.958	0.329	0.821	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.165	-0.036	-0.118	0.000	0.000
N48	Peso propio	0.000	-0.279	-1.315	-0.889	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.466	-1.629	-1.158	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.132	-0.610	-0.416	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.437	0.962	-0.068	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.314	-2.237	-0.682	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.123	-1.275	-0.750	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.755	-1.359	0.196	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.439	3.510	1.179	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.316	2.151	1.375	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.066	-0.305	-0.208	0.000	0.000
N49	Peso propio	0.000	0.055	-2.799	-0.989	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.015	-3.582	-1.315	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.024	-1.304	-0.462	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.300	0.675	-0.310	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.420	-3.166	-0.464	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.120	-2.490	-0.775	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.502	-0.759	0.593	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.670	5.184	0.895	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.168	4.425	1.489	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.012	-0.652	-0.231	0.000	0.000
N50	Peso propio	0.000	0.236	-4.267	-0.873	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	0.242	-5.554	-1.196	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.109	-1.990	-0.409	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.148	0.070	-0.478	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.378	-3.679	-0.166	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.230	-3.609	-0.644	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.238	0.356	0.856	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.645	6.245	0.417	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.407	6.601	1.273	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.055	-0.995	-0.205	0.000	0.000
N51	Peso propio	0.000	0.266	-5.479	-0.666	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.300	-7.241	-0.943	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.124	-2.558	-0.311	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.025	-0.760	-0.594	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.249	-3.720	0.133	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.224	-4.480	-0.462	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.033	1.817	1.029	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.453	6.527	-0.093	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.420	8.344	0.936	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.062	-1.279	-0.156	0.000	0.000
N52	Peso propio	0.000	0.165	-6.287	-0.354	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.176	-8.417	-0.543	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.077	-2.936	-0.167	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.976	-1.703	-0.620	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.108	-3.331	0.378	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.132	-5.034	-0.241	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.962	3.428	1.040	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.214	6.043	-0.550	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.252	9.470	0.491	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.038	-1.468	-0.083	0.000	0.000
N53	Peso propio	0.000	0.000	-6.578	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.050	-8.916	-0.060	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	-3.075	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.009	-2.618	-0.543	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.010	-2.618	0.543	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	-5.236	0.000	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.035	4.942	0.877	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.035	4.942	-0.877	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	9.884	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	-1.538	0.000	0.000	0.000
N54	Peso propio	0.000	-0.165	-6.287	0.353	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.284	-8.540	0.505	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.077	-2.936	0.166	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.108	-3.331	-0.379	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.976	-1.703	0.620	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.131	-5.034	0.241	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	3.214	6.042	0.551	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.962	3.428	-1.041	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.252	9.470	-0.490	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.038	-1.468	0.083	0.000	0.000
N55	Peso propio	0.000	-0.265	-5.478	0.662	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.423	-7.403	0.921	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.123	-2.558	0.309	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.248	-3.719	-0.135	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.025	-0.760	0.593	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.223	-4.479	0.458	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.452	6.525	0.097	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.033	1.817	-1.026	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.419	8.342	-0.929	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.062	-1.279	0.154	0.000	0.000
N56	Peso propio	0.000	-0.236	-4.266	0.870	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.375	-5.721	1.196	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.109	-1.989	0.408	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.377	-3.677	0.164	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.148	0.070	0.477	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.229	-3.608	0.641	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.644	6.242	-0.413	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.238	0.356	-0.854	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.406	6.599	-1.267	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.055	-0.995	0.204	0.000	0.000
N57	Peso propio	0.000	-0.054	-2.799	0.989	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.121	-3.727	1.335	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.024	-1.304	0.462	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.419	-3.165	0.464	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.300	0.675	0.311	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.119	-2.490	0.774	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.669	5.182	-0.895	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.502	-0.759	-0.593	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.167	4.423	-1.488	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.012	-0.652	0.231	0.000	0.000
N58	Peso propio	0.000	0.280	-1.315	0.889	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.335	-1.733	1.188	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.133	-0.609	0.415	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.313	-2.236	0.682	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.437	0.962	0.068	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.124	-1.274	0.750	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.438	3.509	-1.179	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.755	-1.359	-0.196	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.317	2.150	-1.375	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.066	-0.305	0.208	0.000	0.000
N59	Peso propio	0.000	0.703	-0.159	0.512	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	0.901	-0.205	0.672	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.331	-0.071	0.235	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.022	-1.072	0.735	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.492	0.828	-0.250	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.470	-0.243	0.484	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.925	1.591	-1.158	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.884	-1.262	0.337	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.959	0.328	-0.821	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.165	-0.036	0.118	0.000	0.000
N60	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N61	Peso propio	0.000	0.952	0.039	-0.435	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.231	0.059	-0.572	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.446	0.016	-0.236	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.609	0.013	0.241	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.314	0.036	-0.419	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.706	0.049	-0.179	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.274	-0.001	-0.052	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.634	-0.067	0.635	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.360	-0.068	0.584	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.223	0.008	-0.118	0.000	0.000
N62	Peso propio	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N63	Peso propio	0.000	1.201	-0.081	2.229	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.560	-0.095	2.959	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.580	-0.038	1.193	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.496	-0.044	1.428	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.333	-0.004	-0.161	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.837	-0.048	1.267	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	1.946	0.108	-3.522	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.661	0.006	0.262	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.715	0.114	-3.260	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.290	-0.019	0.596	0.000	0.000
N108	Peso propio	0.000	0.787	-5.432	-0.477	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.014	-7.085	-0.633	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.360	-2.852	-0.252	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.756	-2.735	-0.430	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.360	-0.218	0.135	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.604	-2.953	-0.294	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.588	7.388	0.918	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.703	0.309	-0.207	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.115	7.696	0.711	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.180	-1.426	-0.126	0.000	0.000
N113	Peso propio	0.000	-0.787	-5.432	0.477	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.116	-7.108	0.625	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.360	-2.852	0.252	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.360	-0.218	-0.135	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.756	-2.735	0.430	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.604	-2.952	0.294	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.703	0.309	0.207	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.589	7.387	-0.918	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.115	7.696	-0.711	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.180	-1.426	0.126	0.000	0.000
N149	Peso propio	0.002	0.273	-1.287	0.798	-0.013	0.001
	CM 1	0.001	0.324	-1.680	1.067	-0.098	-0.005
	Q 1	0.000	0.129	-0.590	0.372	-0.036	-0.002
	V H1	0.000	-2.320	-2.213	0.629	-0.043	-0.007
	V H2	0.000	2.437	0.973	0.044	-0.022	0.006
	V H3	0.001	0.117	-1.240	0.673	-0.065	-0.001
	V H4	-0.001	3.448	3.466	-1.080	0.079	0.006
	V H5	0.000	-3.753	-1.379	-0.152	0.038	0.000
	V H6	-0.001	-0.305	2.087	-1.232	0.117	0.006
	N 1	0.000	0.064	-0.295	0.186	-0.018	-0.001
N166	Peso propio	0.000	-0.996	0.028	-0.014	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.366	0.041	0.009	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.462	0.012	-0.004	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.952	0.016	0.517	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.154	0.020	-0.585	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.798	0.036	-0.068	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.088	-0.033	-0.789	0.000	0.000
	V H5	0.000	-1.620	-0.016	0.856	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.467	-0.050	0.067	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.231	0.006	-0.002	0.000	0.000
N171	Peso propio	0.000	-1.016	-0.093	-0.335	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	-1.410	-0.068	-0.408	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.474	-0.040	-0.154	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.274	0.838	0.362	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.506	-1.018	-0.719	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.767	-0.179	-0.357	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.581	-1.281	-0.524	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.116	1.502	1.093	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.465	0.221	0.569	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.237	-0.020	-0.077	0.000	0.000
N176	Peso propio	0.000	-0.870	-1.271	-0.856	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.235	-1.567	-1.110	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.407	-0.587	-0.400	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.451	0.975	-0.028	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.829	-2.208	-0.704	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.621	-1.233	-0.732	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.841	-1.382	0.130	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.613	3.458	1.200	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.228	2.076	1.329	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.204	-0.293	-0.200	0.000	0.000
N181	Peso propio	0.000	-0.626	-2.758	-0.990	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.920	-3.526	-1.314	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.293	-1.284	-0.463	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.500	0.691	-0.284	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.086	-3.149	-0.500	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.415	-2.458	-0.784	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.893	-0.787	0.550	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.041	5.148	0.945	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.852	4.361	1.495	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.146	-0.642	-0.231	0.000	0.000
N186	Peso propio	0.000	-0.388	-4.247	-0.888	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.609	-5.520	-1.210	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.182	-1.978	-0.415	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.483	0.084	-0.462	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.249	-3.678	-0.197	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.234	-3.594	-0.659	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.841	0.331	0.832	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.338	6.236	0.467	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.503	6.567	1.298	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.091	-0.989	-0.208	0.000	0.000
N191	Peso propio	0.000	-0.202	-5.463	-0.685	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.358	-7.216	-0.968	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.095	-2.551	-0.321	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.440	-0.741	-0.587	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.333	-3.731	0.108	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.107	-4.472	-0.480	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	3.751	1.785	1.019	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.507	6.540	-0.050	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.244	8.325	0.969	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.047	-1.275	-0.160	0.000	0.000
N196	Peso propio	0.000	-0.085	-6.286	-0.371	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.197	-8.406	-0.562	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.040	-2.934	-0.174	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.409	-1.687	-0.614	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.370	-3.346	0.362	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.039	-5.033	-0.252	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.686	3.401	1.033	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.591	6.066	-0.518	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.096	9.467	0.515	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.020	-1.467	-0.087	0.000	0.000
N201	Peso propio	0.000	0.000	-6.583	0.000	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.076	-8.919	-0.051	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.000	-3.077	0.000	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.392	-2.620	-0.559	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.392	-2.621	0.559	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.000	-5.241	0.000	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.644	4.945	0.901	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.644	4.946	-0.901	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.000	9.891	0.000	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.000	-1.538	0.000	0.000	0.000
N206	Peso propio	0.000	0.084	-6.286	0.372	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.051	-8.528	0.520	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.040	-2.934	0.175	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.370	-3.346	-0.361	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.409	-1.687	0.615	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.040	-5.033	0.254	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.591	6.065	0.517	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.686	3.401	-1.036	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.096	9.466	-0.518	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.020	-1.467	0.087	0.000	0.000
N211	Peso propio	0.000	0.202	-5.462	0.686	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.220	-7.377	0.955	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.095	-2.550	0.321	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.333	-3.730	-0.108	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.440	-0.741	0.588	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.108	-4.471	0.480	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.506	6.537	0.050	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.751	1.785	-1.020	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.245	8.322	-0.970	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.047	-1.275	0.161	0.000	0.000
N216	Peso propio	0.000	0.388	-4.246	0.887	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	0.477	-5.687	1.215	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.182	-1.978	0.415	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.249	-3.676	0.196	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.484	0.084	0.462	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.235	-3.592	0.658	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.337	6.234	-0.465	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.841	0.332	-0.832	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.504	6.565	-1.297	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.091	-0.989	0.208	0.000	0.000
N221	Peso propio	0.000	0.626	-2.757	0.990	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.798	-3.670	1.336	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.293	-1.284	0.463	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.085	-3.148	0.500	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.500	0.691	0.284	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.415	-2.457	0.784	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.040	5.146	-0.944	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.893	-0.787	-0.550	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.853	4.359	-1.495	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.147	-0.642	0.231	0.000	0.000
N226	Peso propio	0.000	0.870	-1.271	0.856	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.126	-1.670	1.141	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.408	-0.586	0.400	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.829	-2.208	0.703	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.451	0.975	0.028	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.622	-1.233	0.732	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.612	3.457	-1.199	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.841	-1.382	-0.130	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.229	2.075	-1.329	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.204	-0.293	0.200	0.000	0.000
N231	Peso propio	0.000	1.016	-0.093	0.335	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.316	-0.120	0.442	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.474	-0.040	0.154	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.506	-1.018	0.719	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.274	0.838	-0.362	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.768	-0.179	0.357	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.116	1.502	-1.093	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.581	-1.281	0.524	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.466	0.221	-0.569	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.237	-0.020	0.077	0.000	0.000
N236	Peso propio	0.000	0.996	0.028	0.014	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.292	0.043	0.023	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.463	0.012	0.004	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.153	0.020	0.585	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.952	0.016	-0.517	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.798	0.036	0.068	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	1.620	-0.016	-0.855	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.088	-0.033	0.789	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.468	-0.050	-0.067	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.231	0.006	0.002	0.000	0.000
N243	Peso propio	0.000	-1.013	0.065	-0.061	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.397	0.112	-0.053	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.472	0.032	-0.028	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.109	0.460	0.512	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.319	-0.445	-0.621	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.790	0.015	-0.109	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.328	-0.714	-0.781	0.000	0.000
	V H5	0.000	-1.851	0.646	0.922	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.477	-0.068	0.142	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.236	0.016	-0.014	0.000	0.000
N244	Peso propio	0.000	-0.887	0.085	-0.216	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.252	0.139	-0.255	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.416	0.041	-0.105	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.433	0.485	0.486	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.801	-0.467	-0.715	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.632	0.018	-0.229	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.810	-0.755	-0.735	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.564	0.666	1.114	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.246	-0.089	0.379	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.208	0.020	-0.052	0.000	0.000
N253	Peso propio	0.000	1.013	0.065	0.061	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.313	0.089	0.085	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.472	0.032	0.028	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.319	-0.445	0.621	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.109	0.460	-0.512	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.790	0.015	0.108	0.000	0.000
	V H4	0.000	1.850	0.646	-0.922	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.328	-0.714	0.781	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.478	-0.068	-0.142	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.236	0.016	0.014	0.000	0.000
N254	Peso propio	0.000	0.887	0.085	0.216	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.143	0.115	0.288	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.416	0.041	0.105	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.801	-0.467	0.715	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.433	0.485	-0.486	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.633	0.018	0.228	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.563	0.666	-1.113	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.810	-0.755	0.735	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.247	-0.089	-0.379	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.208	0.020	0.052	0.000	0.000
N263	Peso propio	0.000	-0.974	-0.617	-0.769	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	-1.364	-0.729	-0.976	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.455	-0.283	-0.356	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.381	0.964	0.103	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.663	-1.629	-0.790	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.718	-0.664	-0.687	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.743	-1.428	-0.088	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.350	2.485	1.296	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.392	1.057	1.208	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.228	-0.141	-0.178	0.000	0.000
N264	Peso propio	0.000	-0.497	-0.672	-0.780	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.753	-0.799	-0.998	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.234	-0.309	-0.363	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.480	0.956	0.071	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.183	-1.671	-0.760	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.297	-0.715	-0.689	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.845	-1.412	-0.035	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.201	2.556	1.259	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.644	1.144	1.224	0.000	0.000
N 1	0.000	-0.117	-0.155	-0.181	0.000	0.000	
N273	Peso propio	0.000	-0.760	-2.009	-0.964	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.095	-2.535	-1.271	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.356	-0.933	-0.453	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.489	0.874	-0.170	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.964	-2.728	-0.626	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.525	-1.854	-0.795	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.889	-1.151	0.365	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.832	4.370	1.118	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.057	3.219	1.483	0.000	0.000
N 1	0.000	-0.178	-0.467	-0.226	0.000	0.000	
N274	Peso propio	0.000	-0.103	-2.053	-0.970	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.230	-2.595	-1.278	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.050	-0.955	-0.454	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.375	0.863	-0.198	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.384	-2.754	-0.591	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.009	-1.891	-0.789	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.640	-1.131	0.411	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.582	4.420	1.070	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.058	3.289	1.481	0.000	0.000
N 1	0.000	-0.025	-0.478	-0.227	0.000	0.000	
N283	Peso propio	0.000	-0.508	-3.544	-0.979	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.767	-4.573	-1.310	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.238	-1.651	-0.456	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.501	0.410	-0.392	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.178	-3.478	-0.353	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.323	-3.068	-0.745	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	3.881	-0.261	0.724	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.204	5.797	0.724	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.677	5.536	1.448	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.119	-0.825	-0.228	0.000	0.000
N284	Peso propio	0.000	0.160	-3.579	-0.951	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.132	-4.621	-1.279	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.074	-1.668	-0.444	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.225	0.397	-0.404	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.411	-3.490	-0.316	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.186	-3.093	-0.720	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.370	-0.237	0.743	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.680	5.826	0.661	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.310	5.588	1.404	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.037	-0.834	-0.222	0.000	0.000
N293	Peso propio	0.000	-0.291	-4.915	-0.801	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.480	-6.447	-1.117	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.137	-2.293	-0.377	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.468	-0.322	-0.541	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.301	-3.762	-0.038	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.167	-4.084	-0.579	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.805	1.053	0.953	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.438	6.490	0.205	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.367	7.543	1.158	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.068	-1.147	-0.189	0.000	0.000
N294	Peso propio	0.000	0.263	-4.939	-0.778	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.287	-6.482	-1.084	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.122	-2.305	-0.365	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.084	-0.338	-0.548	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.318	-3.761	-0.009	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.235	-4.099	-0.557	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.129	1.080	0.963	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.560	6.496	0.153	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.430	7.576	1.116	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.061	-1.153	-0.182	0.000	0.000
N303	Peso propio	0.000	-0.140	-5.949	-0.541	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.273	-7.911	-0.781	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.065	-2.777	-0.251	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.429	-1.230	-0.624	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.358	-3.577	0.256	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.070	-4.807	-0.368	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.725	2.625	1.066	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.561	6.380	-0.316	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.164	9.004	0.749	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.033	-1.389	-0.126	0.000	0.000
N304	Peso propio	0.000	0.221	-5.965	-0.514	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	0.246	-7.936	-0.748	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.103	-2.785	-0.240	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.996	-1.247	-0.618	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.176	-3.567	0.266	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.180	-4.814	-0.352	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.989	2.655	1.054	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.331	6.367	-0.339	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.342	9.022	0.715	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.051	-1.392	-0.120	0.000	0.000
N313	Peso propio	0.000	-0.039	-6.506	-0.194	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.133	-8.764	-0.338	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.018	-3.040	-0.094	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.404	-2.183	-0.618	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.386	-3.004	0.481	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.018	-5.187	-0.137	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.671	4.229	1.022	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.627	5.552	-0.742	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.044	9.781	0.280	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.009	-1.520	-0.047	0.000	0.000
N314	Peso propio	0.000	0.081	-6.510	-0.181	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.063	-8.777	-0.310	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.038	-3.042	-0.086	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.988	-2.201	-0.598	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.053	-2.987	0.473	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.064	-5.188	-0.126	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.990	4.260	0.987	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.114	5.525	-0.730	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.124	9.785	0.257	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.019	-1.521	-0.043	0.000	0.000
N323	Peso propio	0.000	0.039	-6.507	0.194	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.017	-8.838	0.255	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.018	-3.040	0.094	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.386	-3.004	-0.481	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.404	-2.183	0.618	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.018	-5.187	0.137	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.627	5.552	0.742	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.671	4.229	-1.022	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.044	9.781	-0.280	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.009	-1.520	0.047	0.000	0.000
N324	Peso propio	0.000	-0.081	-6.510	0.181	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.165	-8.849	0.228	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.038	-3.043	0.086	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.052	-2.987	-0.473	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.988	-2.201	0.598	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.064	-5.188	0.126	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	3.114	5.525	0.730	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.991	4.260	-0.987	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.124	9.785	-0.258	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.019	-1.521	0.043	0.000	0.000
N333	Peso propio	0.000	0.145	-5.914	0.554	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.138	-8.008	0.772	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.068	-2.761	0.257	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.356	-3.592	-0.244	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.429	-1.190	0.622	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.073	-4.782	0.377	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.556	6.397	0.296	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.727	2.558	-1.063	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.171	8.955	-0.767	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.034	-1.380	0.129	0.000	0.000
N334	Peso propio	0.000	-0.226	-5.930	0.532	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.369	-8.034	0.744	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.105	-2.769	0.249	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.182	-3.582	-0.253	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.997	-1.208	0.618	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.184	-4.789	0.365	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.341	6.385	0.314	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.991	2.588	-1.056	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.350	8.973	-0.742	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.052	-1.384	0.124	0.000	0.000
N343	Peso propio	0.000	0.298	-4.872	0.807	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.353	-6.555	1.122	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.140	-2.273	0.380	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.297	-3.758	0.049	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.469	-0.294	0.536	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.172	-4.052	0.585	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.430	6.476	-0.223	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.807	1.003	-0.946	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.377	7.479	-1.169	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.070	-1.136	0.190	0.000	0.000
N344	Peso propio	0.000	-0.262	-4.896	0.791	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.415	-6.592	1.096	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.122	-2.285	0.371	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.323	-3.757	0.024	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.088	-0.309	0.545	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.235	-4.067	0.568	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.566	6.482	-0.178	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.136	1.030	-0.959	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.430	7.512	-1.137	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.061	-1.143	0.186	0.000	0.000
N353	Peso propio	0.000	0.508	-3.543	0.979	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	0.640	-4.732	1.324	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.238	-1.651	0.456	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.177	-3.476	0.353	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.501	0.410	0.392	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.324	-3.067	0.745	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.203	5.795	-0.723	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.881	-0.261	-0.724	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.678	5.534	-1.448	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.119	-0.825	0.228	0.000	0.000
N354	Peso propio	0.000	-0.160	-3.579	0.951	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.267	-4.781	1.292	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.073	-1.667	0.444	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.410	-3.489	0.316	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.224	0.397	0.405	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.185	-3.092	0.720	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.678	5.824	-0.661	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.370	-0.237	-0.743	0.000	0.000
	V H6	0.000	0.308	5.587	-1.404	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.037	-0.834	0.222	0.000	0.000
N360	Peso propio	-0.020	0.061	-1.184	0.557	0.759	-0.189
	CM 1	-0.012	0.048	-1.372	0.656	0.227	-0.055
	Q 1	-0.004	0.026	-0.481	0.228	0.078	-0.019
	V H1	-0.010	-1.862	-2.218	0.508	0.072	-0.018
	V H2	0.000	1.882	0.623	0.190	-0.008	0.002
	V H3	-0.010	0.020	-1.595	0.698	0.064	-0.016
	V H4	0.017	2.242	2.696	-0.634	-0.207	0.051
	V H5	-0.002	-2.279	-0.728	-0.244	-0.017	0.005
	V H6	0.015	-0.037	1.968	-0.879	-0.224	0.055
	N 1	-0.002	0.013	-0.241	0.114	0.039	-0.010
N363	Peso propio	0.000	0.761	-2.008	0.964	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.979	-2.661	1.298	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.356	-0.933	0.453	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.963	-2.727	0.625	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.489	0.874	0.170	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.526	-1.853	0.795	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.831	4.369	-1.118	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.889	-1.151	-0.365	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.058	3.218	-1.483	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.178	-0.467	0.226	0.000	0.000
N364	Peso propio	0.000	0.103	-2.053	0.970	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.095	-2.722	1.304	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.050	-0.955	0.454	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.383	-2.754	0.591	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.375	0.863	0.199	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.008	-1.891	0.789	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	3.581	4.419	-1.069	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.640	-1.131	-0.411	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.059	3.288	-1.481	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.025	-0.477	0.227	0.000	0.000
N373	Peso propio	0.000	0.975	-0.616	0.769	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.262	-0.806	1.009	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.456	-0.282	0.356	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.663	-1.627	0.790	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.381	0.964	-0.103	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.718	-0.663	0.686	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.350	2.483	-1.296	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.743	-1.428	0.088	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.393	1.055	-1.207	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.228	-0.141	0.178	0.000	0.000
N374	Peso propio	0.000	0.497	-0.671	0.780	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.627	-0.877	1.031	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.235	-0.309	0.363	0.000	0.000
	V H1	0.000	-2.183	-1.670	0.760	0.000	0.000
	V H2	0.000	2.480	0.956	-0.071	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.297	-0.714	0.689	0.000	0.000
	V H4	0.000	3.200	2.554	-1.259	0.000	0.000
	V H5	0.000	-3.845	-1.412	0.035	0.000	0.000
	V H6	0.000	-0.645	1.142	-1.223	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.117	-0.154	0.181	0.000	0.000
N381	Peso propio	0.000	-0.963	0.007	0.174	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.301	0.013	0.253	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.446	0.003	0.082	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.494	-0.002	0.631	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.682	0.017	-0.526	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.812	0.015	0.105	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.384	-0.002	-0.983	0.000	0.000
	V H5	0.000	-0.932	-0.015	0.753	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.452	-0.017	-0.230	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.223	0.001	0.041	0.000	0.000
N386	Peso propio	0.000	-0.706	-0.001	0.441	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.945	0.001	0.601	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.326	-0.001	0.205	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.925	-0.007	0.766	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.308	0.011	-0.405	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.617	0.004	0.362	0.000	0.000
	V H4	0.000	1.488	0.007	-1.217	0.000	0.000
	V H5	0.000	-0.407	-0.009	0.560	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.081	-0.002	-0.657	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.163	0.000	0.102	0.000	0.000
N391	Peso propio	0.000	0.963	0.007	-0.174	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	CM 1	0.000	1.252	0.015	-0.222	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.446	0.003	-0.082	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.682	0.017	0.525	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.494	-0.002	-0.631	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.812	0.015	-0.106	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.932	-0.015	-0.753	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.384	-0.002	0.983	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.452	-0.017	0.230	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.223	0.001	-0.041	0.000	0.000
N396	Peso propio	0.000	0.706	-0.001	-0.441	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.920	0.002	-0.573	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.326	-0.001	-0.205	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.308	0.011	0.405	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.925	-0.007	-0.767	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.618	0.004	-0.362	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.407	-0.009	-0.560	0.000	0.000
	V H5	0.000	-1.488	0.007	1.217	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.081	-0.002	0.658	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.163	0.000	-0.102	0.000	0.000
N401	Peso propio	0.000	-0.982	0.087	0.171	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-1.326	0.133	0.252	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.455	0.041	0.082	0.000	0.000
	V H1	0.000	-1.511	0.330	0.625	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.682	-0.274	-0.528	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.829	0.057	0.097	0.000	0.000
	V H4	0.000	2.411	-0.518	-0.973	0.000	0.000
	V H5	0.000	-0.929	0.400	0.749	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.482	-0.118	-0.224	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.227	0.021	0.041	0.000	0.000
N406	Peso propio	0.000	-0.713	0.083	0.435	0.000	0.000
	CM 1	0.000	-0.954	0.119	0.592	0.000	0.000
	Q 1	0.000	-0.329	0.038	0.202	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.933	0.215	0.771	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.309	-0.151	-0.416	0.000	0.000
	V H3	0.000	-0.624	0.064	0.354	0.000	0.000
	V H4	0.000	1.500	-0.340	-1.223	0.000	0.000
	V H5	0.000	-0.408	0.221	0.577	0.000	0.000
	V H6	0.000	1.092	-0.120	-0.646	0.000	0.000
	N 1	0.000	-0.164	0.019	0.101	0.000	0.000
N411	Peso propio	0.000	0.713	0.083	-0.435	0.000	0.000
	CM 1	0.000	0.929	0.111	-0.565	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.329	0.038	-0.202	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.309	-0.151	0.416	0.000	0.000
	V H2	0.000	0.933	0.215	-0.771	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.624	0.064	-0.354	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Desplazamientos de los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Desplazamientos en ejes globales					
		Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
	V H4	0.000	0.408	0.221	-0.577	0.000	0.000
	V H5	0.000	-1.500	-0.340	1.223	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.092	-0.120	0.646	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.164	0.019	-0.101	0.000	0.000
N416	Peso propio	0.000	0.982	0.087	-0.171	0.000	0.000
	CM 1	0.000	1.277	0.118	-0.221	0.000	0.000
	Q 1	0.000	0.455	0.041	-0.082	0.000	0.000
	V H1	0.000	-0.682	-0.274	0.528	0.000	0.000
	V H2	0.000	1.511	0.330	-0.625	0.000	0.000
	V H3	0.000	0.829	0.057	-0.097	0.000	0.000
	V H4	0.000	0.929	0.400	-0.749	0.000	0.000
	V H5	0.000	-2.411	-0.518	0.973	0.000	0.000
	V H6	0.000	-1.482	-0.118	0.224	0.000	0.000
	N 1	0.000	0.227	0.021	-0.041	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE

1.1.1.2. Envoltentes

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N20	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	-	-	-
N43	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N44	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-6.065	-0.282	-8.402	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.798	-0.063	-1.663	0.000	0.000
N45	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N46	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.266	0.028	0.399	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.352	0.169	1.808	0.000	0.000
N47	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.144	-1.680	-2.238	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.161	1.281	0.008	0.000	0.000
N48	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.383	-6.095	-3.420	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.010	0.566	-0.672	0.000	0.000
N49	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.631	-11.503	-3.771	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.579	-1.197	-0.815	0.000	0.000
N50	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.167	-16.484	-3.326	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.881	-3.220	-0.796	0.000	0.000
N51	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.887	-21.036	-2.669	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.784	-4.375	-0.579	0.000	0.000
N52	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.874	-24.141	-1.766	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.418	-5.233	0.144	0.000	0.000
N53	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.085	-25.344	-0.938	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.985	-5.611	0.817	0.000	0.000
N54	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.526	-24.265	-0.183	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.766	-5.356	1.728	0.000	0.000
N55	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.906	-21.196	0.556	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.764	-4.539	2.639	0.000	0.000
N56	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.012	-16.648	0.799	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.033	-3.388	3.318	0.000	0.000



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N57	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.714	-11.646	0.836	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.494	-1.344	3.791	0.000	0.000
N58	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.141	-6.198	0.702	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.251	0.462	3.450	0.000	0.000
N59	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.279	-1.733	0.026	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.025	1.228	2.272	0.000	0.000
N60	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N61	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.451	0.031	-1.780	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.167	0.171	-0.372	0.000	0.000
N62	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N63	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.900	-0.282	1.666	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.964	-0.063	8.405	0.000	0.000
N108	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.903	-19.748	-1.917	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.928	-4.821	-0.191	0.000	0.000
N113	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.031	-19.771	0.183	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.801	-4.844	1.909	0.000	0.000
N149	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.002	-3.155	-6.066	0.634	-0.230	-0.014
		Valor máximo de la envolvente	0.004	4.239	0.499	3.096	0.006	0.002
N166	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.008	0.019	-0.800	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.725	0.122	0.850	0.000	0.000
N171	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.411	-1.502	-1.693	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.156	1.342	0.350	0.000	0.000
N176	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.329	-5.926	-3.297	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.735	0.620	-0.636	0.000	0.000
N181	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.026	-11.360	-3.782	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.347	-1.136	-0.809	0.000	0.000
N186	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.607	-16.413	-3.379	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.845	-3.200	-0.799	0.000	0.000
N191	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.208	-20.977	-2.721	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.191	-4.354	-0.634	0.000	0.000
N196	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.931	-24.126	-1.807	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.405	-5.225	0.100	0.000	0.000
N201	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.720	-25.358	-0.952	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.568	-5.610	0.850	0.000	0.000
N206	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.551	-24.248	-0.144	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.785	-5.348	1.770	0.000	0.000
N211	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.330	-21.135	0.620	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.069	-4.516	2.710	0.000	0.000
N216	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.976	-16.576	0.805	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.475	-3.368	3.382	0.000	0.000
N221	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.469	-11.502	0.831	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.904	-1.281	3.804	0.000	0.000
N226	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.845	-6.028	0.668	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.220	0.516	3.328	0.000	0.000
N231	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.249	-1.553	-0.316	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.317	1.290	1.727	0.000	0.000
N236	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.800	0.021	-0.819	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.934	0.124	0.831	0.000	0.000
N243	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.226	-0.536	-0.936	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.918	0.872	0.809	0.000	0.000
N244	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.327	-0.531	-1.363	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.671	0.952	0.643	0.000	0.000



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N253	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.002	-0.560	-0.776	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.143	0.849	0.968	0.000	0.000
N254	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.780	-0.555	-0.609	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.218	0.928	1.396	0.000	0.000
N263	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.402	-3.398	-3.069	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	1.404	1.139	-0.448	0.000	0.000
N264	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.802	-3.606	-3.082	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.595	1.086	-0.519	0.000	0.000
N273	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-5.222	-8.672	-3.709	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.034	-0.174	-0.752	0.000	0.000
N274	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.989	-8.835	-3.718	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.307	-0.228	-0.767	0.000	0.000
N283	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.835	-14.071	-3.717	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.607	-2.320	-0.840	0.000	0.000
N284	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.388	-14.191	-3.615	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.772	-2.374	-0.826	0.000	0.000
N293	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.414	-18.886	-3.063	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.034	-3.819	-0.760	0.000	0.000
N294	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.010	-18.978	-2.966	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.862	-3.846	-0.746	0.000	0.000
N303	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.072	-22.832	-2.324	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.311	-4.855	-0.257	0.000	0.000
N304	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.864	-22.892	-2.239	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.609	-4.878	-0.208	0.000	0.000
N313	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.827	-25.017	-1.416	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.498	-5.490	0.490	0.000	0.000
N314	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.970	-25.038	-1.350	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.192	-5.502	0.497	0.000	0.000
N323	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.649	-25.092	-0.573	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.677	-5.564	1.332	0.000	0.000
N324	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.294	-25.111	-0.578	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.868	-5.575	1.268	0.000	0.000
N333	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.444	-22.845	0.263	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.940	-4.967	2.333	0.000	0.000
N334	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.743	-22.906	0.221	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.746	-4.991	2.268	0.000	0.000
N343	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.156	-18.888	0.761	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.291	-3.948	3.085	0.000	0.000
N344	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.996	-18.982	0.750	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	2.889	-3.975	3.012	0.000	0.000
N353	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.734	-14.227	0.855	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.708	-2.480	3.732	0.000	0.000
N354	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.906	-14.349	0.839	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.252	-2.535	3.629	0.000	0.000
N360	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	-0.047	-2.171	-5.496	0.334	0.762	-0.291
		Valor máximo de la envolvente	-0.015	2.390	0.140	2.252	1.176	-0.189
N363	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.150	-8.796	0.780	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.105	-0.300	3.736	0.000	0.000
N364	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.441	-8.961	0.794	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.854	-0.356	3.744	0.000	0.000
N373	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.506	-3.473	0.483	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	5.301	1.061	3.102	0.000	0.000
N374	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-2.721	-3.681	0.552	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.676	1.006	3.115	0.000	0.000

Producido por una versión educativa de CYPE



Envolvente de los desplazamientos en nudos								
Referencia	Combinación		Desplazamientos en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Dx (mm)	Dy (mm)	Dz (mm)	Gx (mRad)	Gy (mRad)	Gz (mRad)
N381	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.428	0.004	-0.556	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.120	0.042	1.303	0.000	0.000
N386	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.065	-0.011	-0.176	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.163	0.010	2.115	0.000	0.000
N391	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.168	0.006	-1.272	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.379	0.044	0.586	0.000	0.000
N396	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.138	-0.010	-2.088	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.040	0.012	0.203	0.000	0.000
N401	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-4.502	-0.298	-0.550	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	0.103	0.682	1.296	0.000	0.000
N406	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-3.093	-0.139	-0.196	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-0.167	0.480	2.101	0.000	0.000
N411	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	0.142	-0.147	-2.073	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	3.068	0.472	0.224	0.000	0.000
N416	Desplazamientos	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-0.152	-0.313	-1.265	0.000	0.000
		Valor máximo de la envolvente	0.000	4.453	0.668	0.581	0.000	0.000

1.2. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

1.1.2.1. Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N20	Peso propio	0.271	-2.012	11.379	2.79	0.35	0.00
	CM 1	0.019	-2.421	11.292	3.34	0.01	0.00
	Q 1	0.007	-0.960	4.517	1.32	0.00	0.00
	V H1	-0.002	-1.319	10.947	1.16	0.00	0.00
	V H2	0.000	-1.078	0.716	2.16	0.00	0.00
	V H3	0.003	-2.398	11.663	3.32	0.00	0.00
	V H4	-0.043	1.756	-14.167	-1.62	0.00	0.00
	V H5	-0.022	1.312	-0.877	-2.63	0.00	0.00
	V H6	-0.054	3.068	-15.044	-4.25	-0.01	0.00
	N 1	0.004	-0.480	2.258	0.66	0.00	0.00
N43	Peso propio	0.000	3.607	19.966	-4.99	0.00	0.00
	CM 1	0.000	4.828	22.654	-6.71	0.00	0.00
	Q 1	0.000	1.888	9.042	-2.59	0.00	0.00
	V H1	0.000	1.345	0.892	-2.69	0.00	0.00
	V H2	0.000	0.807	10.538	-0.34	0.00	0.00
	V H3	0.000	2.152	11.429	-3.03	0.00	0.00
	V H4	0.000	-2.099	-1.373	4.21	0.00	0.00
	V H5	0.000	-3.148	-25.609	3.04	0.00	0.00
	V H6	0.000	-5.246	-26.982	7.25	0.00	0.00
	N 1	0.000	0.944	4.521	-1.30	0.00	0.00
N45	Peso propio	0.000	52.136	96.662	-34.18	0.00	0.00
	CM 1	0.000	67.086	115.694	-45.59	0.00	0.00



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
	Q 1	0.000	23.914	44.248	-15.75	0.00	0.00
	V H1	0.000	32.216	14.426	-39.85	0.00	0.00
	V H2	0.000	16.527	71.566	9.24	0.00	0.00
	V H3	0.000	48.743	85.992	-30.62	0.00	0.00
	V H4	0.000	-53.938	-25.440	64.54	0.00	0.00
	V H5	0.000	-28.442	-124.176	-11.62	0.00	0.00
	V H6	0.000	-82.380	-149.616	52.93	0.00	0.00
	N 1	0.000	11.957	22.124	-7.88	0.00	0.00
N60	Peso propio	0.000	-52.136	96.664	34.18	0.00	0.00
	CM 1	0.000	-67.150	116.652	44.69	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-23.914	44.248	15.76	0.00	0.00
	V H1	0.000	-16.525	71.566	-9.24	0.00	0.00
	V H2	0.000	-32.218	14.426	39.86	0.00	0.00
	V H3	0.000	-48.743	85.991	30.62	0.00	0.00
	V H4	0.000	28.439	-124.175	11.61	0.00	0.00
	V H5	0.000	53.941	-25.440	-64.54	0.00	0.00
	V H6	0.000	82.380	-149.615	-52.93	0.00	0.00
	N 1	0.000	-11.957	22.124	7.88	0.00	0.00
N62	Peso propio	0.000	-3.607	19.966	4.99	0.00	0.00
	CM 1	0.000	-4.765	22.605	6.59	0.00	0.00
	Q 1	0.000	-1.888	9.042	2.59	0.00	0.00
	V H1	0.000	-0.808	10.538	0.34	0.00	0.00
	V H2	0.000	-1.345	0.892	2.69	0.00	0.00
	V H3	0.000	-2.152	11.430	3.03	0.00	0.00
	V H4	0.000	3.148	-25.609	-3.04	0.00	0.00
	V H5	0.000	2.099	-1.373	-4.21	0.00	0.00
	V H6	0.000	5.247	-26.983	-7.25	0.00	0.00
	N 1	0.000	-0.944	4.521	1.30	0.00	0.00

Producido por una versión educativa de CYPE

1.1.2.2. Envoltentes

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N20	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.195	-9.941	-4.430	-1.46	0.28	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.433	1.055	49.794	13.76	0.49	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.271	-8.270	7.627	1.89	0.35	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.328	-1.365	41.109	11.44	0.36	0.00
N43	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-1.122	-6.378	-21.32	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	15.322	78.071	1.51	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	3.188	15.637	-18.62	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	13.419	67.611	-4.45	0.00	0.00
N45	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-28.192	-54.540	-173.37	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	243.032	432.262	33.00	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	36.842	62.740	-143.25	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	203.836	364.721	-15.22	0.00	0.00
N60	Hormigón en cimentaciones	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-243.118	-53.770	-33.72	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	28.140	433.556	172.16	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor mínimo de la envolvente	0.000	-203.900	63.701	14.32	0.00	0.00



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

Envoltentes de las reacciones en nudos								
Referencia	Combinación		Reacciones en ejes globales					
	Tipo	Descripción	Rx (kN)	Ry (kN)	Rz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)
N62	Hormigón en cimentaciones	Valor máximo de la envolvente	0.000	-36.907	365.679	142.36	0.00	0.00
		Valor mínimo de la envolvente	0.000	-15.238	-6.418	-1.61	0.00	0.00
	Tensiones sobre el terreno	Valor máximo de la envolvente	0.000	1.173	78.005	21.15	0.00	0.00
		Valor mínimo de la envolvente	0.000	-13.356	15.588	4.33	0.00	0.00
		Valor máximo de la envolvente	0.000	-3.125	67.563	18.50	0.00	0.00

Nota: Las combinaciones de hormigón indicadas son las mismas que se utilizan para comprobar el estado límite de equilibrio en la cimentación.

1.2. Barras

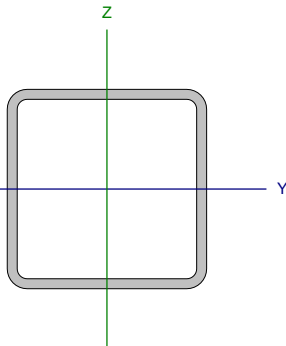
1.2.1. Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N171/N263

Perfil: 160x160x8 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N171	N263	0.782	46.95	1770.08	1770.08	2883.94
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		4.00	1.00	1.00	1.00	
L _k		3.128	0.782	0.782	0.782	
C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁		-		1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 130.64 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 546.5 °C Proyectado de fibras minerales: 25 mm						

Producido por una versión educativa de Dlubal



**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.59 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 1 \quad}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{\quad 46.95 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 3749.54 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 59992.71 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 3749.54 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 309822.81 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 1770.08 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 1770.08 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{\quad 2883.94 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\quad 210000 \quad} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{\quad 0.782 \quad} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{\quad 3.128 \quad} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{\quad 0.782 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 8.68 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{\quad 6.14 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 6.14 \quad} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$18.00 \leq 307.36 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

h_w : 144.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

 A_w : Área del alma.

A_w : 23.04 cm²

 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 12.80 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.719 m del nudo N171, para la combinación de acciones CB·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 72.04 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{t,Rd}$: 1229.73 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 46.95 cm²

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.588} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.742} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{723.51} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1229.73} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{975.38} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.79}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{0.77}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.59}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.06}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{3749.54} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{59992.71} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3749.54} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{309822.81} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.320} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{34.36} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < \underline{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 34.36 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{34.36} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad h : \underline{0.908} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.908} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.934} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{723.51} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: \text{Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{y,Ed} : \underline{22.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.} \quad \text{Clase} : \underline{1}$$

$$N_{pl,Rd}: \text{Resistencia a compresión de la sección bruta.} \quad N_{pl,Rd} : \underline{1229.73} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: \text{Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.} \quad M_{pl,Rd,y} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

$$A: \text{Área de la sección bruta.} \quad A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.29}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.79}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.59}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$34.36 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{34.36} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.530} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.727} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{434.82} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{820.43} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{597.80} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.73}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.51}$$

$$f_z : \underline{0.86}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,0} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.69}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.08}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.18}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3749.54} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{59992.71} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3749.54} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{309822.81} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.289} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{13.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.088} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{20.52} \text{ kN}$$



El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

l_{\max} : Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$20.52 \text{ kN} \leq 116.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{20.52} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.819} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.819} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.900} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N171, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{434.82} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{13.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{820.43} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.36}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y, c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.73}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.69}$$

a_y, a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedimiento por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$20.52 \text{ kN} \leq 116.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{20.52} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.



Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N231/N373

Perfil: 160x160x8
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N231	N373	0.781	46.95	1770.08	1770.08	2883.94
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		4.00	1.00	1.00	1.00	
	L _K		3.125	0.781	0.781	0.781	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-		1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 130.64 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 546.5 °C Proyectado de fibras minerales: 25 mm							

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.59 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 1 \quad}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{\quad 46.95 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 3756.60 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 60105.63 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 3756.60 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 309822.81 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 1770.08 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 1770.08 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{\quad 2883.94 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\quad 210000 \quad} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{\quad 0.781 \quad} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{\quad 3.125 \quad} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{\quad 0.781 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 8.68 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{\quad 6.14 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 6.14 \quad} \text{ cm}$$

y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$18.00 \leq 307.36 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

h_w : 144.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

 A_w : Área del alma.

A_w : 23.04 cm²

 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 12.80 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \quad \underline{0.059} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.718 m del nudo N231, para la combinación de acciones CB·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 72.23 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{t,Rd}$: 1229.73 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 46.95 cm²

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \quad \underline{0.588} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.741} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{723.26} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1229.73} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{975.77} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.79}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{0.77}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.59}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.06}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{3756.60} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{60105.63} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3756.60} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{309822.81} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.320} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.099} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{34.45} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$34.45 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{34.45} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.909} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.909} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.933} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{723.26} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{22.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1229.73} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{69.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$



$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.29}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.79}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.59}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$34.45 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{34.45} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.530} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.727} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{434.62} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{820.43} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{598.13} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.73}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.51}$$

$$f_z : \underline{0.86}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,0} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.69}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.08}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.18}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3756.60} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{60105.63} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3756.60} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{309822.81} \text{ kN}$$

**Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.289} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

 M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

 M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{13.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{20.58} \text{ kN}$$



El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \epsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

l_{\max} : Esbeltez máxima.

$$l_{\max} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \epsilon$$

e : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$20.58 \text{ kN} \leq 116.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{20.58} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.819} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.819} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.900} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.053 m del nudo N231, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{434.62} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{13.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{820.43} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{46.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{46.95} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{264.06} \text{ cm}^3$$



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{174.73} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.64}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.36}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y, c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.73}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.69}$$

a_y, a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedimiento por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$20.58 \text{ kN} \leq 116.22 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{20.58} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{232.43} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.



Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

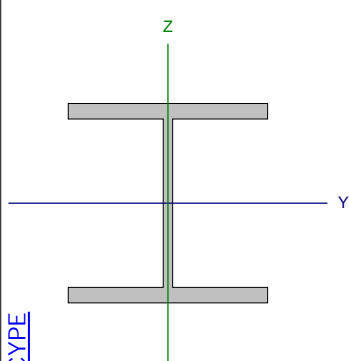
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N45/N406

Perfil: HE 180 B Material: Acero (S275)							
Inicial	Final	Longitud (m)	Características mecánicas				
			Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N45	N406	1.646	65.30	3831.00	1363.00	42.21	
Notas: (¹) Inercia respecto al eje indicado (²) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	2.18	1.00	1.00	1.00		
	L _K	3.587	1.646	1.646	1.646		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 167.88 m-1 Temperatura máx. de la barra: 552.0 °C Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.90} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3831.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{93750.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{1.646} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{3.587} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{1.646} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.92} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.66} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.57} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 17.88 \leq 164.04 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>152.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>8.50</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>12.92</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>25.20</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.036 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N45, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	<u>62.24</u>	kN
--	--------------	--------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$:	<u>1710.24</u>	kN
-----------------------------	--------------	----------------	----

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>65.30</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.273 \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.457} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{466.39} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1021.14} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.98}$$

$$C_z : \underline{0.60}$$

$$C_T : \underline{0.91}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.54}$$

$$f_z : \underline{1.08}$$

$$f_T : \underline{0.61}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.90}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.37}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.466} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{58.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH4$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{12.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.36}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1006.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:



M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{597.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{810.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.646} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{1.646} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.226} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{69.49} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$69.30 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{69.30} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.692} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.702} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.853} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{466.39} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{52.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.55}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.94}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.98}$$

$$c_z : \underline{0.60}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.90}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$69.30 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{69.30} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.246} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.493} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{273.55} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



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

$$N_{b,Rd} : \underline{554.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$c_y : \underline{0.95}$$

$$c_z : \underline{0.50}$$

$$c_T : \underline{0.88}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.57}$$

$$f_z : \underline{1.29}$$

$$f_T : \underline{0.65}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.07}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.44}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.409} \quad \checkmark$$



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

$$h : \underline{0.464} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{33.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{72.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.



$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$C_{LT} : \underline{0.88}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.65}$$

a_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_{LT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.43}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.19}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1006.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{597.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{810.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.646} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{1.646} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.203} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N45, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{40.57} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$



$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$40.43 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 40.43 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 199.44 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.631} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.706} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.901} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N45, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 273.55 kN



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{31.54} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{39.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.69}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.93}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.95}$$

$$c_z : \underline{0.50}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.88}$$

\bar{i}_y , \bar{i}_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{i}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{i}_z : \underline{1.07}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$40.43 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{40.43}{\text{ kN}}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{199.44}{\text{ kN}}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

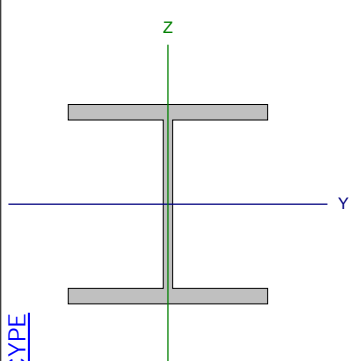
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N60/N411

Perfil: HE 180 B
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N60	N411	1.646	65.30	3831.00	1363.00	42.21
Notas:							
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado							
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		2.18	1.00	1.00	1.00	
	L _K		3.587	1.646	1.646	1.646	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-	-	1.000		
Notación:							
b: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120							
Factor de forma: 167.88 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 552.0 °C							
Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.90} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3831.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{93750.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{1.646} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{3.587} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{1.646} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.92} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.66} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.57} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 17.88 \leq 164.04 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma. h_w : 152.00 mm t_w : Espesor del alma. t_w : 8.50 mm A_w : Área del alma. A_w : 12.92 cm² $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida. $A_{fc,ef}$: 25.20 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida. f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N60, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 60.19 kNLa resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad N_{t,Rd} : \quad \underline{1710.24} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 65.30 cm² f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05**Resistencia a compresión - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.275} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.460} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{469.80} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1021.14} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.98}$$

$$C_z : \underline{0.60}$$

$$C_T : \underline{0.91}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.54}$$

$$f_z : \underline{1.08}$$

$$f_T : \underline{0.61}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.90}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.37}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.463} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH2 + 0.75 \cdot N1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{58.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH5$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{13.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.36}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1006.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:



M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

M_{LTV} : 597.21 kN·m

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

M_{LTW} : 810.52 kN·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$W_{el,y}$: 425.67 cm³

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z : 1363.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t : 42.21 cm⁴

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^+ : 1.646 m

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^- : 1.646 m

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1 : 1.00

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^+$: 4.99 cm

$i_{f,z}^-$: 4.99 cm

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.225} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{69.13} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$68.95 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{68.95} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.690} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.700} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.852} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{469.80} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{52.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.56}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.94}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.98}$$

$$c_z : \underline{0.60}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.25}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.90}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$68.95 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{68.95} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.248} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.498} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{276.08} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



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

$$N_{b,Rd} : \underline{554.32} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$c_y : \underline{0.95}$$

$$c_z : \underline{0.50}$$

$$c_T : \underline{0.88}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.57}$$

$$f_z : \underline{1.29}$$

$$f_T : \underline{0.65}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.07}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.44}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{29320.25} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2195.02} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{13319.10} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.405} \quad \checkmark$$



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

$$h : \underline{0.459} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{33.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{72.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.



$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$C_{LT} : \underline{0.88}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.65}$$

a_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_{LT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$i_{LT} : \underline{0.43}$$

$k_{\lambda,\theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,\theta} : \underline{1.19}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1006.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{597.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{810.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.646} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{1.646} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.202} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.565 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{40.31} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$



$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$40.17 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 40.17 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 199.44 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.629} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.703} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.901} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.385 m del nudo N60, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 276.08 kN



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{31.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{39.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.70}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.93}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.95}$$

$$c_z : \underline{0.50}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.88}$$

\bar{i}_y , \bar{i}_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{i}_y : \underline{0.29}$$

$$\bar{i}_z : \underline{1.07}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$40.17 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{40.17}{\text{ kN}}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{199.44}{\text{ kN}}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N411/N416

Perfil: HE 180 B Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N411	N416	0.823	65.30	3831.00	1363.00	42.21	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	4.39	1.00	1.00	1.00		
	L _K	3.612	0.823	0.823	0.823		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 167.88 m-1 Temperatura máx. de la barra: 552.0 °C Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.91} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3831.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{93750.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.823} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{3.612} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.823} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.92} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.66} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.57} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 17.88 \leq 164.04 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>152.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>8.50</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>12.92</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>25.20</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.048 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N411, para la combinación de acciones CB·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	<u>82.47</u>	kN
--	--------------	--------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$:	<u>1710.24</u>	kN
-----------------------------	--------------	----------------	----

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>65.30</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.396 \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.667} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.080 m del nudo N411, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{676.80} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1710.24} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1014.62} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.59}$$

$$C_T : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.49}$$

$$f_z : \underline{1.09}$$

$$f_T : \underline{0.52}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.21}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.182} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N411, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N411, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.20}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{3455.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:



M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{1194.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{3242.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.823} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.823} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N411, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{17.28} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$17.19 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{17.19} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.578} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.578} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.834} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N411, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{676.44} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{22.97} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.81}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.92}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.59}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$17.19 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{17.19} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.359} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.725} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.080 m del nudo N411, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{398.76} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1111.76} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M,q}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \quad \text{MPa}$$

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

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

$$N_{b,Rd} : \underline{549.85} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.49}$$

$$C_T : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{1.30}$$

$$f_T : \underline{0.54}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.08}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.25}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.165} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N411, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{13.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.23}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{3455.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{1194.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{3242.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$



I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1363.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>42.21</u> cm ⁴
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ : <u>0.823</u> m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- : <u>0.823</u> m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 : <u>1.00</u>
$i_{r,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{r,z}^+$: <u>4.99</u> cm
	$i_{r,z}^-$: <u>4.99</u> cm

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N411, para la combinación de acciones PD+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.21} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$K_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$K_{y,q}$: 0.62

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

I_w : 14.35

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$10.14 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 10.14 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 199.44 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.523 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.523 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.874 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N411, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed} : \underline{398.49} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : \underline{13.53} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{39.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 65.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q} : \underline{0.62}$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q} : \underline{1.00}$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_y : \underline{1.00}$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_z : \underline{2.01}$



$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.90}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.49}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.08}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$10.14 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{10.14} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

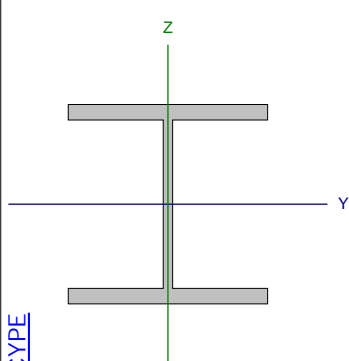
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N406/N401

Perfil: HE 180 B
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N406	N401	0.823	65.30	3831.00	1363.00	42.21
Notas:							
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado							
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		4.39	1.00	1.00	1.00	
	L _K		3.612	0.823	0.823	0.823	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-	-	1.000	1.000	
Notación:							
b: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120							
Factor de forma: 167.88 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 552.0 °C							
Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.91} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{3831.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{93750.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.823} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{3.612} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.823} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{8.92} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{7.66} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.57} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 17.88 \leq 164.04 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>152.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>8.50</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>12.92</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>25.20</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.049 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N406, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	<u>83.89</u>	kN
--	--------------	--------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$:	<u>1710.24</u>	kN
-----------------------------	--------------	----------------	----

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>65.30</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad h : \quad 0.394 \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.665} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.080 m del nudo N406, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{674.45} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1710.24} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1014.62} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.59}$$

$$C_T : \underline{0.99}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.49}$$

$$f_z : \underline{1.09}$$

$$f_T : \underline{0.52}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.21}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.182} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N406, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N406, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{22.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.20}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{3455.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:



M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{1194.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{3242.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1363.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{42.21} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.823} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.823} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.99} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.99} \text{ cm}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N406, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{17.33} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.35}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$17.24 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{17.24} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.576} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.576} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.832} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N406, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{674.08} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{22.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1710.24} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{126.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{60.50} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

Producido por una versión de software de tipo educativo de tipo PE



$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.81}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.92}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.59}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.12}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$17.24 \text{ kN} \leq 153.40 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{17.24} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{306.81} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.357} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.722} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.080 m del nudo N406, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{397.01} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1111.76} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M,q}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \quad \text{MPa}$$

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$\gamma_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

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

$$N_{b,Rd} : \underline{549.85} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.49}$$

$$C_T : \underline{0.97}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{1.30}$$

$$f_T : \underline{0.54}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.08}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.25}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{117281.00} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{2165.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{40381.06} \text{ kN}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.165} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N406, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

M_{Ed} : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed} : \underline{13.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.62}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.23}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.19}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{3455.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{1194.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{3242.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{425.67} \text{ cm}^3$$



I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>1363.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>42.21</u> cm ⁴
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	L_c^+ : <u>0.823</u> m
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	L_c^- : <u>0.823</u> m
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	C_1 : <u>1.00</u>
$i_{r,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{r,z}^+$: <u>4.99</u> cm
	$i_{r,z}^-$: <u>4.99</u> cm

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.051} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.632 m del nudo N406, para la combinación de acciones PD+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.24} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{20.29} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{65.30} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{180.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{14.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.50} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{15.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

$K_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$K_{y,q}$: 0.62

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$: 1.00

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

I_w : 14.35

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$I_{m\acute{a}x}$: 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$10.18 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 10.18 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 199.44 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.521 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.521 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.870 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.633 m del nudo N406, para la combinaci3n de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^simo.

$N_{c,Ed} : \underline{396.74} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^simos, seg^un los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed} : \underline{13.49} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la secci3n, seg^un la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$N_{pl,Rd} : \underline{1111.76} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : \underline{81.96} \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{pl,Rd,z} : \underline{39.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

A: 3rea de la secci3n bruta.

A : 65.30 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y} : \underline{481.40} \text{ cm}^3$

$W_{pl,z} : \underline{231.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero.

$f_{yd} : \underline{170.25} \text{ MPa}$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: L3mite el3stico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q} : \underline{170.25} \text{ MPa}$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$

$k_{y,q}$: Factor de reducci3n del l3mite el3stico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q} : \underline{0.62}$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q} : \underline{1.00}$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacci3n.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_y : \underline{1.00}$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$k_z : \underline{2.01}$



$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.90}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.49}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.08}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$10.18 \text{ kN} \leq 99.72 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{10.18} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{199.44} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N54/N324

Perfil: 160x120x8
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N54	N324	0.782	40.55	1400.42	893.12	1807.08
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo			Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	4.00	1.00	1.00	1.00		
	L _K	3.128	0.782	0.782	0.782		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-			1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 131.54 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 549.0 °C Proyectado de fibras minerales: 25 mm							

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.77} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{47463.82} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{258810.40} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{1400.42} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{893.12} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1807.08} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{0.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.782} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{3.128} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.782} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{7.52} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{5.88} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.69} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$18.00 \leq 354.91 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

h_w : 144.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

 A_w : Área del alma.

A_w : 23.04 cm²

 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 9.60 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.039} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.714 m del nudo N54, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 41.61 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{t,Rd}$: 1062.11 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 40.55 cm²

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.516} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.755} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{547.53} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1062.11} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{724.78} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.68}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{0.93}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.07}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{47463.82} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{258810.40} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.082} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.554 m del nudo N54, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH3 + 0.75 \cdot N1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{4.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{56.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.09}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{6737.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.



$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{6656.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{1041.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{175.05} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{893.12} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1807.08} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.782} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.782} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.19} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.19} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.046} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{15.91} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < \underline{64.71} \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$15.91 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{15.91} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.597} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.597} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.804} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.554 m del nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{547.18} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{4.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1062.11} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{56.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{46.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{176.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.43}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.68}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.77}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$15.91 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{15.91} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.475} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.799} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N54, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{332.85} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{701.07} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{416.65} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.59}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.51}$$

$$f_z : \underline{1.09}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,0} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.08}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.18}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{47463.82} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{258810.40} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.078} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.554 m del nudo N54, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{37.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.11}$$

$k_{i,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{i,q} : \underline{1.18}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{6737.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{6656.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{1041.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{175.05} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{893.12} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1807.08} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$



L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.782} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.782} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{r,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{r,z}^+ : \underline{4.19} \text{ cm}$$

$$i_{r,z}^- : \underline{4.19} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.044} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N54, para la combinación de acciones $PD+CM1+0.5 \cdot VH3$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.07} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{229.96} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d : Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.63}$$

$\gamma_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:



$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$I_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Procedido por la Ley de CYPE

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$10.07 \text{ kN} \leq 114.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{10.07} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{229.96} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.552} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.552} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.845} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.554 m del nudo N54, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{332.60} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{2.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{701.07} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{37.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{30.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{176.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.57}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.59}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$10.07 \text{ kN} \leq 114.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{10.07}{\text{ kN}}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{229.96}{\text{ kN}}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N108/N61

Perfil: HE 200 B
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N108	N61	3.536	78.10	5696.00	2003.00	59.70
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		1.00	1.00	1.00	1.00	
	L _K		3.536	3.536	3.536	3.536	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-		1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 156.97 m-1 Temperatura máx. de la barra: 531.5 °C Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.80 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 1 \quad}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{\quad 78.10 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 3319.51 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 9439.79 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 3319.51 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 7781.88 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 5696.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 2003.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{\quad 59.70 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 171100.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\quad 210000 \quad} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 9.93 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{\quad 8.54 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 5.06 \quad} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 18.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>170.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>9.00</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>15.30</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>30.00</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.447 m del nudo N108, para la combinación de acciones CB·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	<u>3.45</u>	kN
--	--------------	-------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$:	<u>2045.48</u>	kN
-----------------------------	--------------	----------------	----

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>78.10</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.008} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N108, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{15.35} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1348.81} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.89}$$

$$C_z : \underline{0.66}$$

$$C_T : \underline{0.83}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.66}$$

$$f_z : \underline{0.97}$$

$$f_T : \underline{0.72}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.80}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.53}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{9439.79} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{7781.88} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.704} \quad \checkmark$$

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

$$h : \underline{0.790} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones C.B. PP+0.8·CM1+1.5·VH4.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{17.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{118.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{149.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$c_{LT} : \underline{0.89}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.72}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{494.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{400.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{290.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{569.60} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2003.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{59.70} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.536} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.536} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{5.54} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$$



Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.254} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{95.40} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$16.05 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{16.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.710} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.798} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.798} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{11.61} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{118.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{80.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.89}$$

$$c_z : \underline{0.66}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.89}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.80}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH1+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$16.05 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{16.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N108, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{9.36} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1466.39} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M,q}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

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

$$N_{b,Rd} : \underline{844.14} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.81}$$

$$C_z : \underline{0.58}$$

$$C_T : \underline{0.78}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.74}$$

$$f_z : \underline{1.12}$$

$$f_T : \underline{0.79}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.94}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.61}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.17}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9439.79} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{7781.88} \text{ kN}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.597} \quad \checkmark$$



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

$$h : \underline{0.822} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{71.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{120.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{87.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.



$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$C_{LT} : \underline{0.73}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.87}$$

a_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_{LT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda, \theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.70}$$

$k_{\lambda, \theta}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda, \theta} : \underline{1.17}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{494.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{400.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{290.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{569.60} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2003.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{59.70} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.536} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.536} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{5.54} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.216} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{58.22} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{269.38} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$



$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$9.74 \text{ kN} \leq 134.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 9.74 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 269.38 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.602} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.830} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.830} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N108, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 7.49 kN



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{71.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1466.39} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{120.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{57.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.81}$$

$$c_z : \underline{0.58}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.73}$$

\bar{i}_y , \bar{i}_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{i}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{i}_z : \underline{0.94}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$9.74 \text{ kN} \leq 134.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 9.74 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 269.38 kN

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N113/N46

Perfil: HE 200 B
Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N113	N46	3.536	78.10	5696.00	2003.00	59.70
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β		1.00	1.00	1.00	1.00	
	L _k		3.536	3.536	3.536	3.536	
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁		-		1.000		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 156.97 m-1 Temperatura máx. de la barra: 531.5 °C Proyectado de fibras minerales: 30 mm							

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.80 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 1 \quad}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{\quad 78.10 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 3319.51 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 9439.79 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 3319.51 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 7781.88 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 5696.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 2003.00 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{\quad 59.70 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 171100.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\quad 210000 \quad} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{\quad 3.536 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 9.93 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{\quad 8.54 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 5.06 \quad} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}} \quad 18.89 \leq 163.60 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w :	<u>170.00</u>	mm
t_w : Espesor del alma.	t_w :	<u>9.00</u>	mm
A_w : Área del alma.	A_w :	<u>15.30</u>	cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$:	<u>30.00</u>	cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k :	<u>0.30</u>	
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} :	<u>275.00</u>	MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.447 m del nudo N113, para la combinación de acciones CB·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$:	<u>3.40</u>	kN
--	--------------	-------------	----

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$	$N_{t,Rd}$:	<u>2045.48</u>	kN
-----------------------------	--------------	----------------	----

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.	A :	<u>78.10</u>	cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	<u>1.05</u>	

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \quad \underline{0.008} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N113, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{15.44} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{1348.81} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.89}$$

$$C_z : \underline{0.66}$$

$$C_T : \underline{0.83}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.66}$$

$$f_z : \underline{0.97}$$

$$f_T : \underline{0.72}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.34}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.80}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.53}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{9439.79} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{7781.88} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.702} \quad \checkmark$$

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

$$h : \underline{0.789} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones C.B. PP+0.8·CM1+1.5·VH5.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{17.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{118.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{149.91} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$c_{LT} : \underline{0.89}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.72}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.60}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{494.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{400.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{290.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{569.60} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2003.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{59.70} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.536} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.536} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{5.54} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$$



Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.254} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{95.33} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$15.98 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{15.98} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.708} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.796} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.796} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{11.70} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{118.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{80.09} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.89}$$

$$c_z : \underline{0.66}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.89}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.48}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.80}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Procedido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH2+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$15.98 \text{ kN} \leq 187.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{15.98} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{375.76} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.063 m del nudo N113, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{9.42} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1466.39} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M,q}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

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

$$N_{b,Rd} : \underline{844.14} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{0.81}$$

$$C_z : \underline{0.58}$$

$$C_T : \underline{0.78}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.74}$$

$$f_z : \underline{1.12}$$

$$f_T : \underline{0.79}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.94}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.61}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.17}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9439.79} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3319.51} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{7781.88} \text{ kN}$$

Producido por una versión educativa de CYPE

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.595} \quad \checkmark$$



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

$$h : \underline{0.820} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{71.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{120.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} : \underline{87.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.



$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1$$

$$C_{LT} : \underline{0.73}$$

Siendo:

$$\Phi_{LT} = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$f_{LT} : \underline{0.87}$$

a_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_{LT} : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_{LT} = k_{\lambda, \theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$i_{LT} : \underline{0.70}$$

$k_{i,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{i,q} : \underline{1.17}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{494.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{400.65} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTw} : \underline{290.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{569.60} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{2003.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{59.70} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{3.536} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.536} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{5.54} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{5.54} \text{ cm}$$

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.216} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{58.18} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{269.38} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.85} \text{ cm}^2$$

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{18.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.89 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{14.89}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$



$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

 f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa**Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$9.69 \text{ kN} \leq 134.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

 V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 9.69 kN $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 269.38 kN**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.600} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.828} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.828} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.448 m del nudo N113, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

Donde:

 $N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 7.55 kN



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{71.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1466.39} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{120.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{57.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{642.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{305.80} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{187.76} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.68}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.81}$$

$$c_z : \underline{0.58}$$

c_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$c_{LT} : \underline{0.73}$$

\bar{i}_y , \bar{i}_z : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{i}_y : \underline{0.56}$$

$$\bar{i}_z : \underline{0.94}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)**

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH2.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$9.69 \text{ kN} \leq 134.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{9.69}{\text{ kN}}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{269.38}{\text{ kN}}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



Barra N52/N314

Perfil: 160x120x8
Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
Inicial: N52 Final: N314	0.782	40.55	1400.42	893.12	1807.08	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	4.00	1.00	1.00	1.00	
	L _k	3.128	0.782	0.782	0.782	
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	
C ₁	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 120 Factor de forma: 131.54 m ⁻¹ Temperatura máx. de la barra: 549.0 °C Proyectado de fibras minerales: 25 mm						

Producido por una versión educativa de CYPE

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.77 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 1 \quad}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{\quad 40.55 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{\quad 275.00 \quad} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\quad 1891.89 \quad} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{\quad 47463.82 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{\quad 1891.89 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\quad 258810.40 \quad} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{\quad 1400.42 \quad} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{\quad 893.12 \quad} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{\quad 1807.08 \quad} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{\quad 210000 \quad} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{\quad 81000 \quad} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{\quad 0.782 \quad} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{\quad 3.128 \quad} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{\quad 0.782 \quad} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{\quad 7.52 \quad} \text{ cm}$$

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{\quad 5.88 \quad} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{\quad 4.69 \quad} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{\quad 0.00 \quad} \text{ mm}$$

**Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente** (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

$$18.00 \leq 354.91 \quad \checkmark$$

Donde:

 h_w : Altura del alma.

h_w : 144.00 mm

 t_w : Espesor del alma.

t_w : 8.00 mm

 A_w : Área del alma.

A_w : 23.04 cm²

 $A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 9.60 cm²

k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

 f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.044} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.714 m del nudo N52, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM1+1.5·VH6.

 $N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 47.02 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

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

$N_{t,Rd}$: 1062.11 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 40.55 cm²

 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.507} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.743} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{538.22} \quad \text{kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1062.11} \quad \text{kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{724.78} \quad \text{kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \quad \text{cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \quad \text{MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.68}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.50}$$

$$f_z : \underline{0.93}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.77}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.07}$$



N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,y} : \underline{47463.82} \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$$N_{cr,T} : \underline{258810.40} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.079} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.715 m del nudo N52, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH1 + 0.75 \cdot N1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{4.47} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.715 m del nudo N52, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM1 + 1.5 \cdot VH6$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{56.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.09}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{6737.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$$

Siendo:



M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{6656.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{1041.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{175.05} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{893.12} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1807.08} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.782} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.782} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.19} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.19} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.038} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{13.18} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

l_w : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

**Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)**

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

$$13.18 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{13.18} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.584} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.584} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.789} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.554 m del nudo N52, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{538.00} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{4.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1062.11} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{56.42} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{46.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$



$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{176.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.42}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.68}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.15}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.77}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM1+1.5·VH3+0.75·N1.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$13.18 \text{ kN} \leq 174.19 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{13.18} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{348.39} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.465} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.782} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N52, para la combinación de acciones P+CM1+0.5·VH3.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{325.95} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{701.07} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

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

$$N_{b,Rd} : \underline{416.65} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$C_y : \underline{1.00}$$

$$C_z : \underline{0.59}$$

$$C_T : \underline{1.00}$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2 \right]$$

$$f_y : \underline{0.51}$$

$$f_z : \underline{1.09}$$

$$f_T : \underline{0.47}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.49}$$

$$a_z : \underline{0.49}$$

$$a_T : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,0} \cdot \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.08}$$

$k_{\lambda,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{\lambda,q} : \underline{1.18}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{47463.82} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1891.89} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{258810.40} \text{ kN}$$

Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.074} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.715 m del nudo N52, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{2.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{37.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\lambda_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\lambda_{LT} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\lambda_{LT} : \underline{0.11}$$

$k_{i,q}$: Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{i,q} : \underline{1.18}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{6737.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

$$M_{cr} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2}$$

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \cdot \sqrt{G \cdot I_t \cdot E \cdot I_z}$$

$$M_{LTV} : \underline{6656.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$$

$$M_{LTW} : \underline{1041.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{175.05} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{893.12} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{1807.08} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$



Listados

cubierta 3

Fecha: 26/06/23

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.782} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{0.782} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{r,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{r,z}^+ : \underline{4.19} \text{ cm}$$

$$i_{r,z}^- : \underline{4.19} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.035} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.070 m del nudo N52, para la combinación de acciones PD+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{8.05} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

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

$$V_{c,Rd} : \underline{229.96} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{23.04} \text{ cm}^2$$

$$A_v = 2 \cdot d \cdot t_w$$

Siendo:

d: Altura del alma.

$$d : \underline{144.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,\theta}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,\theta} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.63}$$

$g_{M,\theta}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,\theta} : \underline{1.00}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:



$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$18.00 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

I_w : Esbeltez del alma.

$$I_w : \underline{18.00}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$I_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$I_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Procedido por la Ley de CYPE

Resistencia a corte Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 $V_{c,Rd}$.

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

$$8.05 \text{ kN} \leq 114.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{8.05} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{229.96} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.538} \quad \checkmark$$



$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.538} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.826} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.714 m del nudo N52, para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{325.74} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{2.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{701.07} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{37.24} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{30.52} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{40.55} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{215.42} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{176.55} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{y,0} / \gamma_{M,0}$$

Siendo:

$f_{y,q}$: Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{172.88} \text{ MPa}$$

$$f_{y,0} = f_y \cdot k_{y,0}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$: Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.63}$$

$g_{M,q}$: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.55}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

c_y , c_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{0.59}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.91}$$

a_y , a_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$a_y : \underline{0.60}$$

$$a_z : \underline{0.60}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM1+0.5·VH3.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$8.05 \text{ kN} \leq 114.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{8.05}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{229.96}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

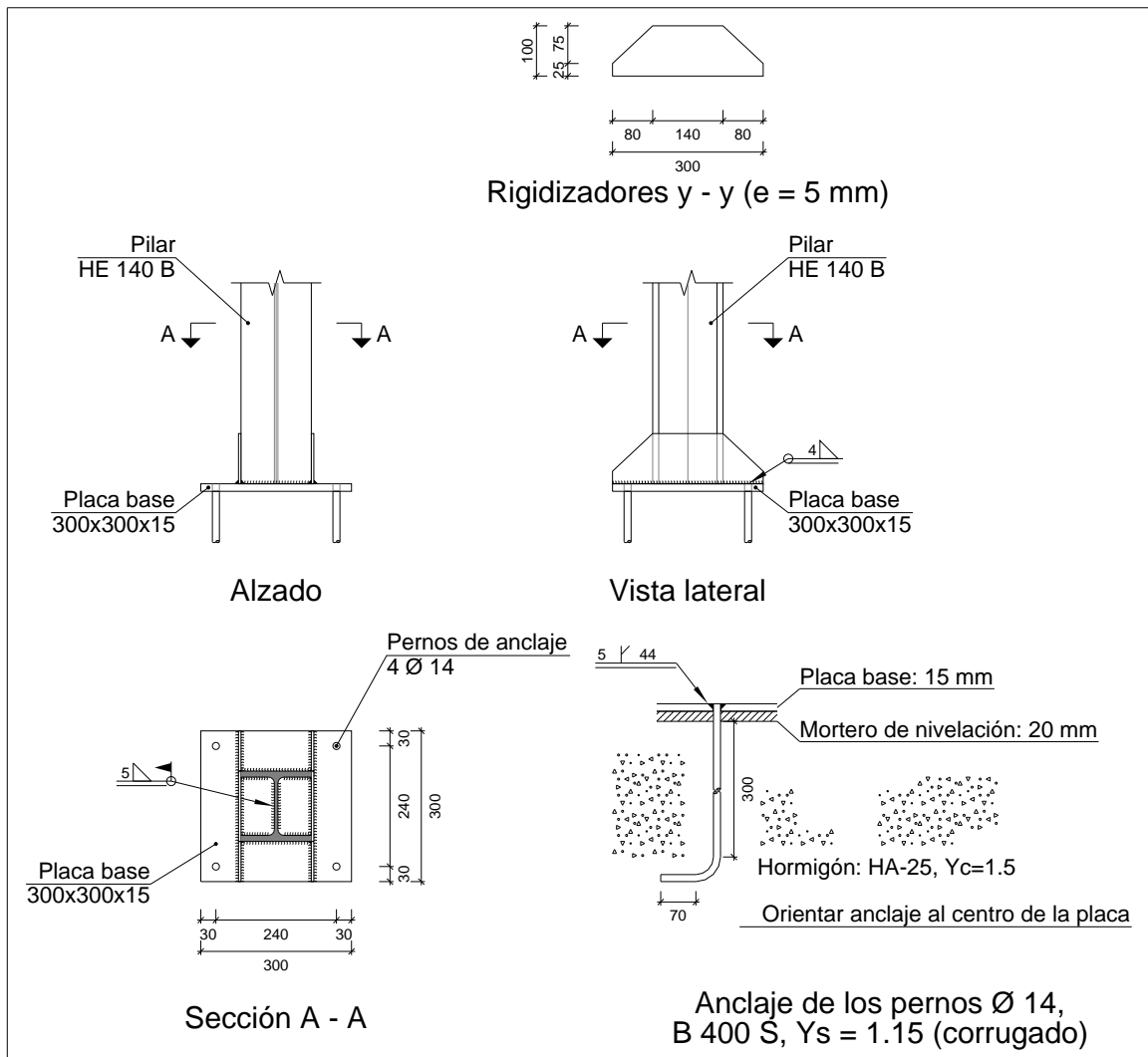


2. UNIONES

2.1. Memoria de cálculo

2.1.1. Tipo 1

a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		300	300	15	4	24	16	5	S275	275.0	410.0
Rigidizador		300	100	5	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 140 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	682	7.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85



2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 42 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 21 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 44.4	Cumple
Longitud mínima del perno: Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 46.67 kN Calculado: 28.44 kN Máximo: 32.67 kN Calculado: 3.81 kN Máximo: 46.67 kN Calculado: 33.88 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 49.28 kN Calculado: 28.44 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 189.786 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: Límite del cortante en un perno actuando contra la placa	Máximo: 110 kN Calculado: 3.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 49.0551 MPa Calculado: 49.0551 MPa Calculado: 79.3013 MPa Calculado: 157.371 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: Limitación de la deformabilidad de los vuelos - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 8237.97 Calculado: 8237.97 Calculado: 12934.2 Calculado: 7346.01	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.154		



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -73): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	300	5.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 73): Soldadura a la placa base	En ángulo	4	--	300	5.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	5	44	14.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -73): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 73): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	215.5	373.3	96.74	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

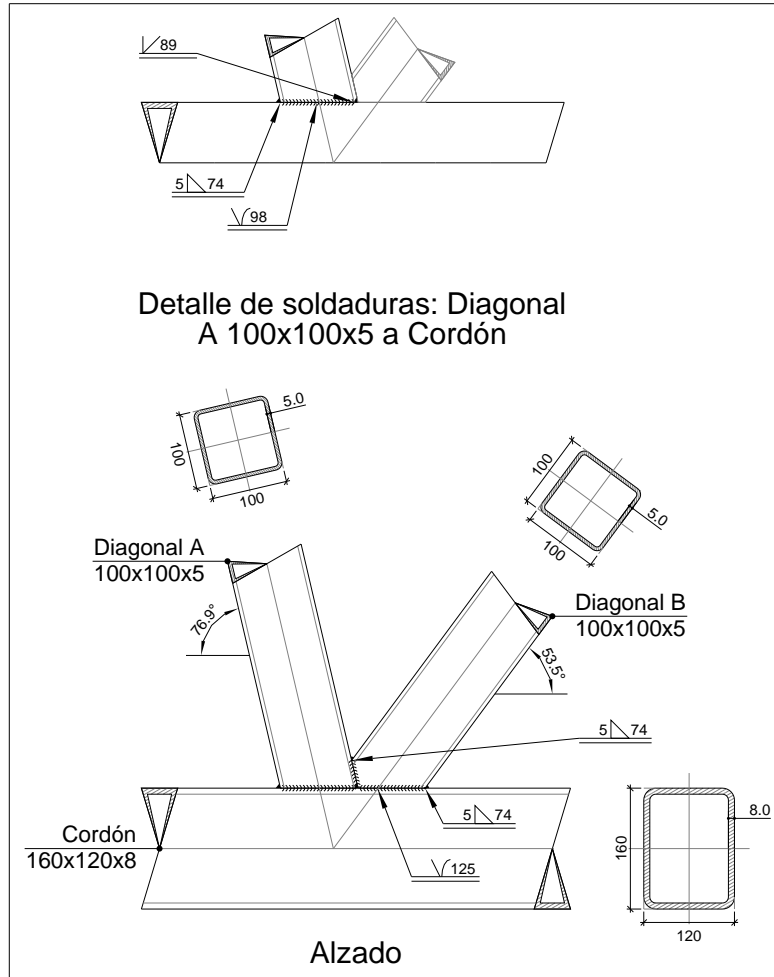
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1152
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	682

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x300x15	10.60
	Rigidizadores pasantes	2	300/140x100/25x5	1.88
	Total			12.48
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 14 - L = 349 + 136	2.34
	Total			2.34



2.1.2. Tipo 2

a) Detalle



Producido por una versión educativa de CYPE

b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Cordón	160x120x8		120	160	8	8	S275	275.0	410.0
Diagonal	100x100x5		100	100	5	5	S275	275.0	410.0



c) Comprobación

1) Cordón 160x120x8

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($C_{máx_o}/t_o$)	--	16.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	8.0	2.5	25.0
h_o/b_o	--	1.33	0.50	2.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	11.439	509.326	2.25
Interacción axil y momentos	--	--	--	9.19
Cortante en la cara del cordón	kN	67.072	646.532	10.37

2) Diagonal A 100x100x5

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($C_{máx_i}/t_i$)	--	16.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	5.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	49.64	30.00	--
b_i/b_o	--	0.83	0.25	1.00
h_i/b_i	--	1.00	0.50	2.00
b_i/t_i	--	20.00	--	35.00
h_i/t_i	--	20.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	2.453	509.364	0.48
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	79.691	325.765	24.46
Interacción axil y momentos	--	--	--	37.66

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple	A tope en bisel simple	--	5	89
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	95
Soldadura en ángulo	En ángulo	5	--	74
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	98

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

3) Diagonal B 100x100x5

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($C_{máx_i}/t_i$)	--	16.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	5.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	49.64	30.00	--
Solapamiento	%	28.68	25.00	100.00
b_i/b_o	--	0.83	0.25	1.00
h_i/b_i	--	1.00	0.50	2.00
b_i/t_i	--	20.00	--	35.00
h_i/t_i	--	20.00	--	35.00
b_i/b_j	--	1.00	0.75	--

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	0.080	16.528	0.48
Fallo de la diagonal por anchura eficaz	kN	82.314	336.488	24.46
Interacción axil y momentos	--	--	--	32.54



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	125
Soldadura en ángulo	En ángulo	5	--	74
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	125
Soldadura en ángulo	En ángulo	5	--	74

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

Producido por una versión educativa de CYPE

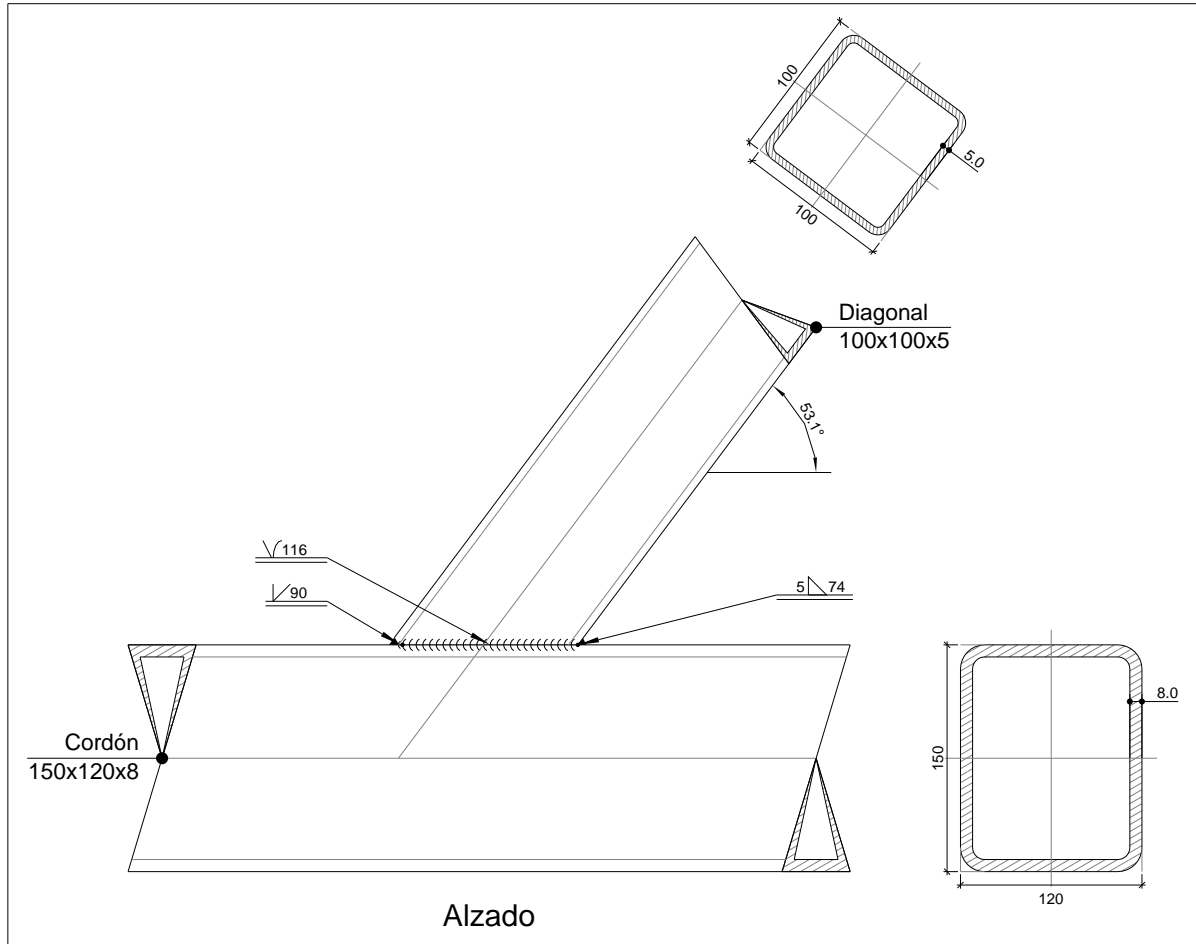
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	222
		A tope en bisel simple	5	89



2.1.3. Tipo 3

a) Detalle



Producido por una versión educativa de CYPE

b) Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Descripción	Perfiles							
		Geometría					Acero		
		Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Radio de acuerdo interior (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Cordón	150x120x8		120	150	8	8	S275	275.0	410.0
Diagonal	100x100x5		100	100	5	5	S275	275.0	410.0



c) Comprobación

1) Cordón 150x120x8

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($C_{máx_o}/t_o$)	--	14.75	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	8.0	2.5	25.0
h_o/b_o	--	1.25	0.50	2.00
b_o/t_o	--	15.00	--	35.00
h_o/t_o	--	18.75	--	35.00

2) Diagonal 100x100x5

Comprobaciones geométricas				
Comprobación	Unidades	Calculado	Límites	
			Mínimo	Máximo
Límite elástico	MPa	275.0	--	460.0
Clase de sección ($C_{máx_i}/t_i$)	--	16.00	--	30.51 (Clase 1)
Espesor	mm	5.0	2.5	25.0
Ángulo	grados	53.13	30.00	--
b_i/b_o	--	0.83	0.25	1.00
h_i/b_i	--	1.00	0.50	2.00
b_i/t_i	--	20.00	--	35.00
h_i/t_i	--	20.00	--	35.00

Comprobaciones de resistencia				
Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Plastificación del cordón	kN	16.842	490.555	3.43
Interacción axil y momentos	--	--	--	13.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas				
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldadura a tope en bisel simple	A tope en bisel simple	--	5	90
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	116
Soldadura en ángulo	En ángulo	5	--	74
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	A tope en 'J' simple	--	5	116

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura a tope en bisel simple	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura en ángulo	Se adopta el espesor de garganta cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo	La soldadura en bisel genera un cordón cuya resistencia es igual a la menor resistencia de las piezas a unir.							410.0	0.85

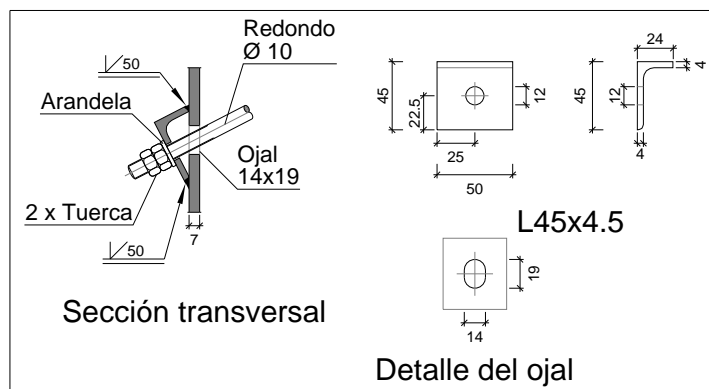
Producción por una versión educativa de CYPE

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	74
		A tope en bisel simple	5	90

1.4. Tipo 4

a) Detalle



b) Comprobación

1) L45x4.5 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	0.01	22.98	0.05
Flector	--	--	--	0.32



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)					
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	4	50					
l: Longitud efectiva								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85

c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	4	100

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	50	0.14
	Total			0.14

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10



2.2. Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1152
			5	295
		A tope en bisel simple	4	100
			5	179
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	682

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	50	0.14
				Total

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	300x300x15	10.60
	Rigidizadores pasantes	2	300/140x100/25x5	1.88
	Total			12.48
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 14 - L = 349 + 136$	2.34
	Total			2.34

Producido por una versión educativa de CYPE

Universidad de La Laguna

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Fin de Grado

**ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA
ESTRUCTURA DESTINADA AL SECTOR
DEL AUTOMÓVIL**

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

Autor: Nelson Servando Gutiérrez Martín

Tutores: Claudio Briones Barrera y Felipe Santiago Alcover Brito

San Cristóbal de La Laguna, Julio de 2023

ÍNDICE DE ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1
CAPÍTULO 2. CIMENTACIÓN.....	2
CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	3
CAPÍTULO 4. ESTRUCTURA DE ACERO.....	4
ESTIMACIÓN DE COSTES TOTAL.....	5

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

		UNINADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal Medición	Precio Partida	Total
CAPITULO 1: MOVIMIENTOS DE TIERRAS									
01.01 m3	EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y CIMENTACIÓN								
	Excavación de sótanos de más de 2 m de profundidad, que en todo su perímetro quedan por debajo de la rasante natural.								
	EXCAVACIÓN 1	1,00	46,00	44,00	6,50	13156,00			
							13156,00	4,18	54992,08
01.02 m2	Desbroce y limpieza del terreno.								
	Desbroce y limpieza del terreno de topografía con desniveles mínimos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente.								
	DESBROCE 1	1,00	50,00	70,00	-	3500,00			
							3500,00	1,13	3955,00
01.03 m3	Relleno para base de pavimento.								
	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra natural caliza, y compactación con compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado.								
	RELLENO 1	0,50	30,00	7,00	6,50	682,50			
							682,50	31,07	21205,28

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

	UNIDADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal Medición	Precio Partida	Total
CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN								
02.01 m3 HORM.LIMPIEZA HL-150/F/20 V.MAN								
Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.								
LOSA DE CIMENTACIÓN	1,00	37,40	31,40	0,10	117,44			
ZAPATA MURO 1	1,00	4,10	1,80	0,10	0,74			
ZAPARA MURO 2	1,00	12,55	2,05	0,10	2,57			
ZAPATA MURO 3	1,00	49,10	2,05	0,10	10,07			
ZAPARA MURO 4	1,00	40,20	2,05	0,10	8,24			
RIOSTRA 1	1,00	10,10	0,80	0,10	0,81			
RIOSTRA 2	1,00	8,60	0,80	0,10	0,69			
RIOSTRA 3	1,00	6,40	0,80	0,10	0,51			
RIOSTRA 4	1,00	5,50	0,80	0,10	0,44			
RIOSTRA 5	1,00	5,50	0,80	0,10	0,44			
						141,94	8,76	1243,41
02.02 m3 HORM. HA-30/F/20/XC2 CIM. V. BOMBA								
Elementos cimentación de hormigón armado, con hormigón HA-30/F/20/XC2 fabricado en central, y vertido con bomba, y acero B 500 S; acabado superficial liso mediante regla vibrante, incluido encofrado.								
LOSA DE CIMENTACIÓN	1,00	37,00	31,00	0,80	917,60			
ZAPATA MURO 1	1,00	3,70	1,40	0,80	4,14			
ZAPARA MURO 2	1,00	12,15	1,65	0,80	16,04			
ZAPATA MURO 3	1,00	48,70	1,65	0,80	64,28			
ZAPARA MURO 4	1,00	39,80	1,65	0,80	52,54			
RIOSTRA 1	1,00	9,70	0,40	0,40	1,55			
RIOSTRA 2	1,00	8,20	0,40	0,40	1,31			
RIOSTRA 3	1,00	6,00	0,40	0,40	0,96			
RIOSTRA 4	1,00	5,10	0,40	0,40	0,82			
RIOSTRA 5	1,00	4,10	0,40	0,40	0,66			
						1059,90	249,88	264847,31

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

	UNINADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal Medición	Precio Partida	Total
CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO								
03.01 m3 HORM. HA-30/F/20/XC4 CIM. Muros								
Muro de sótano de hormigón armado, realizado con hormigón HA-30/F/20/XC4 fabricado en central, y acero B 500 S, incluso alambre de atar y separadores. Incluido encofrado.								
MURO 1	1,00	3,70	0,40	5,50	8,14			
MURO 2	1,00	12,15	0,40	5,50	26,73			
MURO 3	1,00	48,70	0,40	5,50	107,14			
MURO 4	1,00	39,80	0,40	5,50	87,56			
MURO 5	2,00	30	0,40	5,50	132,00			
MURO 6	1,00	36	0,40	5,50	79,20			
						440,77	192,53	84861,45
03.02 m3 HORM. HA-30/F/20/XC4 Pilares								
Pilar de sección cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-30/F/20/XC4 fabricado en central, y acero B 500 S; montaje y desmontaje de sistema de encofrado.								
PILAR 1	16,00	0,40	0,40	9,50	24,32			
PILAR 2	14,00	0,40	0,40	4,00	8,96			
						33,28	653,23	21739,49
03.03 m2 HORM. HA-30/F/20/XC4 Forjado reticular								
Forjado reticular de hormigón armado con casetón recuperable, canto total 45 = 35+10 cm, realizado con hormigón HA-30/F/20/XC4 fabricado en central, y acero B 500 S en zona de ábacos, nervios y zunchos.								
FORJADO RETICULAR	2,00	30,00	36,00	-	2160,00			
						2160,00	118,04	254966,40

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

		UNINADES	LATITUD	LONGITUD	ALTURA	MEDICIÓN	Subtotal Medición	Precio Partida	Total
CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA DE ACERO									
04.01	kg	ACERO S275EN ESTRUCT.SOLDADA							
		Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.							
		PORTICO ÚNICO							
		HE 140 B	5,00	2,00	3,80	12,90	490,20		
		HE 180 B	5,00	2,00	4,00	18,80	752,00		
		HE 180 B	5,00	2,00	3,60	18,80	676,80		
		HE 200 B	5,00	2,00	7,07	22,36	1580,85		
		TIRANTES							
		REDONDOS R10	2,00	8,00	8,20	0,62	81,34		
		REDONDOS R10	2,00	4,00	8,32	0,62	41,27		
							3622,46	2,68	9708,20
04.02	kg	ACERO S275EN ESTRUCT.SOLDADA							
		Acero UNE-EN 10162 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en frío, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.							
		PORTICO ÚNICO							
		MONTANTES 100X100X5	5,00	31,00	0,80	14,41	1786,84		
		DIAGONALES 100X100X5	5,00	30,00	1,00	14,41	2161,50		
		DIAGONALES 160X120X8	5,00	2,00	0,97	31,43	304,87		
		DIAGONALES 160X120X8	5,00	2,00	1,78	31,43	559,45		
		CUERDA 160X120X8	5,00	14,00	1,54	31,43	3388,15		
		CUERDA 160X160X8	5,00	14,00	1,54	36,46	3930,39		
		ARRIOSTRAMIENTO LONGITUDINAL							
		150X120X8	4,00	12,00	7,40	30,18	10719,94		
		ARRIOSTRAMIENTO DIAGONAL							
		100X100X5	2,00	6,00	1,00	14,41	172,92		
		100X100X5	3,00	12,00	1,00	14,41	518,76		
		CORREAS							
		150X120X7	4,00	46,00	7,40	26,81	36504,50		
							60047,32	3,52	211366,56
04.02	ud	PLAC.ANCLAJ. S 275 JR							
		Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, espesor 15 mm, con 4 pernos de acero corrugado B 500 S de 14 mm de diámetro y 30 cm de longitud total.							
		20,00	-	-	-	-			
							20,00	46,99	939,80

ANEXO II: ESTIMACIÓN DE COSTES

	Subtotales	Total
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)		
MOVIMIENTO DE TIERRAS	80152,36	
CIMENTACIÓN	264847,31	
ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	361567,34	
ESTRUCTURA DE ACERO	222014,56	
		928581,57 €
PRESUPUESTO DE CONTRATA (PC)		
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	928581,57	
13% (PEM) GASTOS GENERALES	120715,60	
6% (PEM) BENEFICIO INDUSTRIAL	55714,89	
		1105012,07 €
PRESUPUESTO TOTAL		
PRESUPUESTO DE CONTRATA (PC)	1105012,07	
7% (PC) IGIC	77350,85	
6% (PEM) HONORARIOS DIRECTOR DE OBRA	55714,89	
7% (HONORARIOS DIRECTOR DE OBRA) IGIC	3900,04	
2% (PEM) HONORARIOS DIRECTOR DE EJECUCIÓN	18571,63	
7% (HONORARIOS DIRECTOR DE EJECUCIÓN) IGIC	1300,01	
2% (PEM) HONORARIOS SEGURIDAD Y SALUD	18571,63	
7% (HONORARIOS SEGURIDAD Y SALUD) IGIC	1300,01	
4,5% (PC) LICECIA DE OBRA	49725,54	
		1331446,69 €

Nota: Los porcentajes utilizados sólo tienen un carácter orientativo.

La estimación de costes asciende a UN MILLÓN TRESCIENTOS TREINTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Santa Cruz de Tenerife, Julio de 2023
Nelson Gutiérrez Martín