



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a todas las personas que han hecho posible la realización de este proyecto, tanto amigos y familiares, así como profesores, por su apoyo y dedicación no sólo durante estos últimos meses, sino durante todos estos años. En especial a mi tutor Pedro Ildefonso Jaén Gómez, por su ayuda para la consecución de este trabajo y su paciencia.



## TFG – CONTENIDO BÁSICO

MEMORIA .....	5
ANEXOS .....	34
MEDICIONES Y PRESUPUESTO .....	132
PLANOS .....	148

---

### MEMORIA

1. OBJETO DEL TRABAJO .....	6
2. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	
2.1. Motivación .....	7
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	8
4. NORMATIVA APLICADA .....	11
5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS	
5.1. Distribución en planta .....	12
6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	
6.1. Actuaciones previas .....	16
6.2. Cimentación .....	16
6.3. Solera .....	16
6.4. Cerramientos .....	17
6.5. Materiales .....	22
6.6. Estructura .....	24
6.7. Instalaciones. Ventilación y pluviales .....	31
7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	32
8. BIBLIOGRAFÍA .....	33

### ANEXO I. NORMATIVA URBANÍSTICA

### ANEXO II. CÁLCULOS

1. Modelo estructural .....	37
2. Materiales .....	37
3. Acciones sobre el edificio .....	38
4. Estructura metálica	
4.1. Pórtico interior .....	39
4.2. Pórtico de fachada .....	42
4.3. Sistema de arriostramiento .....	46
4.3.1. Viga contraviento .....	46
4.3.2. Arriostramiento lateral .....	47
4.4. Correas .....	48
4.5. Placas de anclaje .....	49



5. Cimentaciones .....	49
------------------------	----

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

1.1 Mediciones y presupuesto .....	134
1.2 Cuadro de precios descompuestos .....	137
1.3 Resumen general .....	147

## PLANOS

1. Localización .....	149
2. Emplazamiento .....	150
3. Replanteo .....	151
4. Planta de cimentación .....	152
4.1. Cimentación. Detalles de zapatas, vigas de atado .....	153
5. Estructura 3D .....	156
5.1. Pórtico interior .....	157
5.2. Pórtico de fachada .....	158
5.3. Estructura de fachadas laterales .....	
5.3.1. Estructura de fachada lateral norte .....	159
5.3.2. Estructura de fachada lateral sur .....	160
5.4. Estructura de cubierta .....	161
6. Fachadas frontales	
6.1. Fachada frontal Este .....	162
6.2. Fachada frontal Oeste .....	163
7. Fachadas laterales	
7.1. Fachada lateral Norte ..	164
7.2. Fachada lateral Sur .....	165
8. Cubierta .....	166
9. Distribución en planta .....	167



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
Y DE PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

# MEMORIA

## 1.OBJETO DEL TRABAJO

El presente proyecto tiene por objetivo la localización, diseño y cálculo, así como el conjunto de estudios necesarios para la construcción de una nave industrial dedicada al almacenamiento y logística de material cerámico.

Para poder llevar a cabo el estudio, deberemos seguir una serie de pasos. En primer lugar, realizaremos un barrido de un conjunto de polígonos industriales donde pueda ser más beneficiosa su construcción, poniendo en juego parámetros como el tamaño de la nave o posibles vías importantes de comunicación.

En segundo lugar, estudiaremos y elegiremos aquellos elementos estructurales a utilizar, teniendo en cuenta la normativa vigente y comprobando en todo caso que se cumplen todos los estados límites a los que se ve sometida la estructura.

A continuación, se llevará a cabo un estudio económico para obtener un presupuesto que se adecúe a los valores reales que se manejan a día de hoy, acercándonos lo máximo posible y valorando todos los elementos importantes, así como los que podrían ser menos relevantes, pero que también tienen su influencia en el precio final.

Finalmente, plasmaremos en un conjunto de planos todo aquello puesto en práctica, obteniendo así una visión general del resultado final de nuestra nave.

## 2.INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

### 2.1 MOTIVACIÓN

El estudio y desarrollo de naves industriales está muy extendido, pero su cálculo y diseño no es una tarea fácil, pues requiere de unos conocimientos previos. Además, existen multitud de tipologías para naves dedicadas a una misma función, que disienten tanto interior como exteriormente. Esto es debido a que las soluciones las aportan ingenieros que plasman sus experiencias y vivencias.

La realización de este trabajo me ha parecido interesante, puesto que la ingeniería industrial se basa en "el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía", siendo las naves industriales el lugar en el que se desarrollan la mayoría de estas actividades, por lo que es competencia directa de los ingenieros industriales el diseño de estas estructuras.

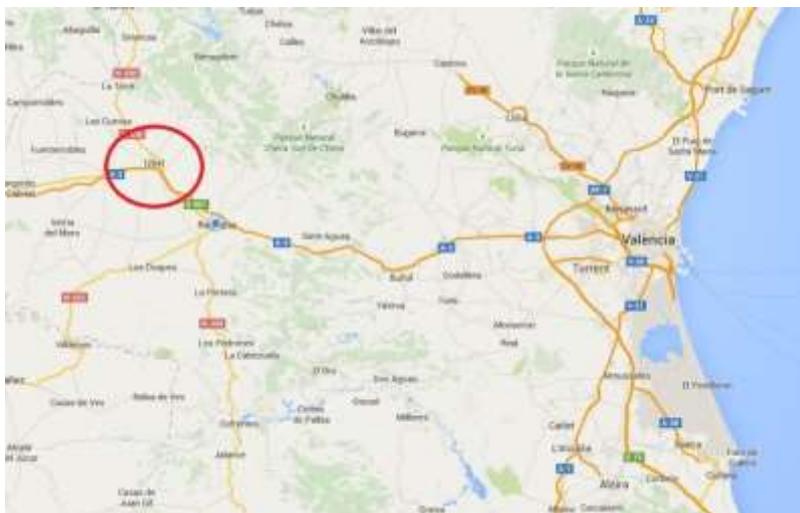
Además, mediante este proyecto se obtendrá una visión global de un posible proyecto real al que me tenga que someter en años futuros en mi vida laboral.

Abarca varias ramas y asignaturas vistas a lo largo de la carrera, por lo que es una motivación extra el hecho de aunar los conocimientos adquiridos durante todos estos años.

### 3.SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Tras realizar un pequeño estudio de mercado y un barrido de algunos de los polígonos de la Comunidad Valenciana y atendiendo a unas dimensiones previas de nuestra nave (1040 m<sup>2</sup>), asumimos la construcción de ésta en el PARQUE NUEVO TOLLO FASE I, en la pequeña localidad de Utiel, en el interior de la provincia de Valencia. Para realizar este paso, hemos accedido a la web de SEPIVA, vista en la asignatura de "PROYECTOS" y que nos ofrece multitud de opciones. Tal y como muestra su página web : "Ofrece colaboración con los ayuntamientos para la implantación de suelo industrial en el ámbito de los mismos".

Como hemos comentado, nuestra nave se va a situar en la localidad de Utiel. A pesar de su escaso tamaño en cuanto a población (12.000 habitantes) , ofrece unas excelentes comunicaciones entre Madrid y Valencia a través de la autovía A-3, siendo estas dos ciudades dos puntos fuertes de nuestro sector. Además, se situaría cerca de otros puntos de interés, tales como Castellón (145km), Alicante (245km) o Barcelona (395km).



Nuestra parcela estará formada por tres subparcelas (303-304-305), ocupando un tamaño total de 2828,54 m<sup>2</sup>. Estas subparcelas se corresponden con la manzana 3 (M3) tal y como se establece en el anexo adjunto "PLANO DE ORDENACIÓN", cuyas características se presentan en la siguiente tabla:

MANZANA Nº	SUPERFICIE	SUPERFICIE OCUPABLE	EDIFICABILIDAD

M3	24.414,16 m <sup>2</sup>	16.536,00 m <sup>2</sup>	24.414,16 m <sup>2</sup>
----	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Y, más concretamente, para las parcelas que nos ocupan:

Nº	SUPERFICIE TOTAL	SUPERFICIE OCUPABLE	SUPERFICIE EDIFICABLE
303	800 m <sup>2</sup>	540 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>
304	800 m <sup>2</sup>	540 m <sup>2</sup>	800 m <sup>2</sup>
305	1.228,54 m <sup>2</sup>	823,35 m <sup>2</sup>	1.228,54 m <sup>2</sup>

Cuadro 1: Resumen de parcela

La parcela presenta salidas a dos viales distintas, lo que hace que mejore la comunicación y la fluidez de la parcela.

Las dimensiones son las siguientes:

- Lindero Norte: limita con un vial, con una longitud de 40 metros, sin tener en cuenta el chaflán.
- Lindero Sur: limita con la parcela 302, con una longitud de 40 metros.
- Lindero Oeste: limita con el segundo vial, con una longitud de 71.25 metros, sin tener en cuenta el chaflán.
- Lindero Este: limita con las parcelas 306 y 316, con una longitud de 71.25 metros.



Figura 1: plano Polígono industrial PARQUE NUEVO TOLLO FASE I

En cuanto al terreno cabe destacar que por tratarse de un terreno urbanizable en un emplazamiento industrial presenta una orografía plana, lo que facilita las operaciones en el terreno, haciendo innecesaria cualquier actividad como la de movimiento de tierras, entre otros.

Finalmente concluir que la parcela cumple con todos los requisitos mínimos de servicios necesarios para cualquier actividad industrial, tales como abastecimiento y evacuación de aguas, energía eléctrica o telefonía.

La siguiente imagen ilustra de una forma más visual todo lo que se ha comentado, tanto los diferentes viales como el tipo de terreno, así como todas las posibles demandas que requiera nuestra nave con el fin de ser cubiertas:



Figura 2: Vista aérea PARQUE NUEVO TOLLO FASE I

#### 4. NORMATIVA APLICADA

El CTE establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la LOE, de acuerdo con el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

##### SEGURIDAD ESTRUCTURAL

- DB SE: Bases de cálculo.
- DB SE-AE: Acciones de la edificación.
- DB SE-C: Cimientos.
- DB SE-A: Acero.

##### SEGURIDAD CASO DE INCENDIO

- DB SI: Seguridad en caso de incendio.

##### SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD

- DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad.

##### SALUBRIDAD

- DB HS: Salubridad.

##### PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO

- DB HR: Protección frente al ruido.

##### AHORRO DE ENERGÍA

- DB HE: Ahorro de energía

##### ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

- Instrucción de hormigón estructural (EHE), Real decreto (2661/1998, 11 de dic).
- Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado (Real Decreto 805/1993, 28 de mayo).

## 5. REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

### 5.1. Distribución en planta

Como ya se ha comentado anteriormente, la función de la nave será la del almacenamiento de material cerámico, tales como azulejos, así como su logística. Por lo tanto, no serán necesarias unas dimensiones exageradas. Para el desplazamiento por el interior de la nave, así como para la carga y descarga de estos materiales, será necesario el uso de maquinaria pesada, que se explicará más adelante.

Las dimensiones han sido determinadas bien a partir de la comparación con naves que tengan la misma función, o bien a partir de la comparación de las naves situadas en el mismo polígono, teniendo siempre en cuenta la normativa aplicable. Las características de nuestra nave serán las siguientes:

- Luz de la nave: 26 metros.
- Longitud de la nave: 40 metros.
- Separación entre pórticos o crujía: 5 metros.
- Altura de los pilares: 7.5 metros.
- Altura a la cabeza o de coronación: 9 metros.
- Pendiente de los faldones:  $11.53^\circ$ .
- Situación topográfica: zona 5.
- Zona eólica: A. Velocidad básica 26 m/s. Grado de aspereza IV.
- Altura topográfica: 720 metros.





Figura 4: Estanterías de paletización

La siguiente imagen muestra todo el espacio ocupado por las estanterías, así como el que ocupan las oficinas:

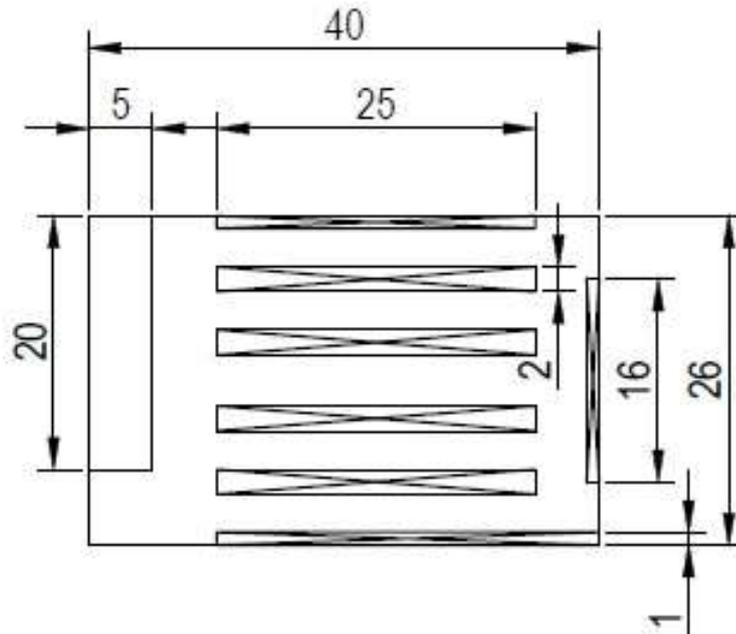


Figura 5: plano de la nave industrial

El tamaño total de nuestra parcela era de 2828 m<sup>2</sup>, proporcionando un porcentaje de ocupación del 37%, muy lejos del máximo de ocupación exigido por la normativa del polígono.

Por lo tanto, nos quedan 1788 m<sup>2</sup> libres, teniendo en cuenta los retranqueos, que deberán ser utilizados para la zona de aparcamientos, posibles zonas de ampliación, zonas de carga y descarga o incluso zonas ajardinadas. Veremos todo con más detalle en los planos que se adjuntan al final.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 6.1. Actuaciones previas

Se trata de un terreno virgen que no ha sido ocupado con anterioridad. Por lo tanto, será necesario realizar un desbroce y limpieza de la parcela para la eliminación de la maleza. Se realizará por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero.

En cuanto al movimiento de tierras, no será necesaria su nivelación, pues como se ha comentado con anterioridad, se trata de un terreno urbanizable localizado en un polígono industrial y éste no presente desniveles ni diferencia de cotas.

Lo que sí que será necesario será la excavación de zanjas para poder llevar a cabo la cimentación pertinente.

### 6.2 CIMENTACIÓN

La cimentación estará formada por un conjunto de zapatas aisladas rectangulares excéntricas (creciendo hacia afuera) de hormigón armado con una distancia del eje del pilar a la cara interior de 0,5 m y una relación de  $b/a=0.5$  m. Además, estarán unidas mediante vigas centradoras y de atado de las que serán conocidos, entre otros, los materiales empleados en pilares y cimentación, las cargas transmitidas a la cimentación y las características del terreno.

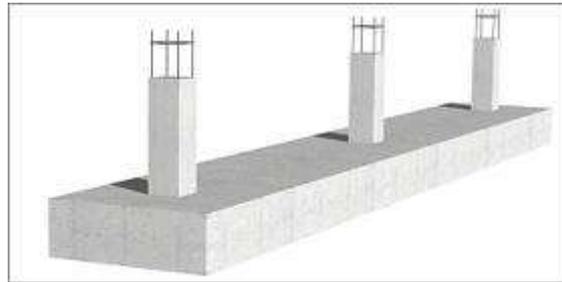


Figura 6: zapatas aisladas y vigas de atado

Todos estos elementos se colocan sobre una capa de hormigón de limpieza, lo que provoca un mejor asentamiento, así como mantener toda la superficie limpia de tierra y una mayor homogeneización.

### 6.3 SOLERA

Con respecto a la solera, optaremos por una solución práctica. Consiste en una solera típica de hormigón de 20 cm de espesor y mallada (el mallazo se situará en el tercio superior de la solera, pues es donde mayor es la retracción). El armado estará formado por acero de construcción de  $\varnothing 8$

con cuadrícula de 150 mm x 150 mm.

## 6.4 CERRAMIENTOS

En este apartado deberemos distinguir varios tipos de cerramientos. En primer lugar, los cerramientos correspondientes al terreno, pues éste deberá quedarse resguardado en lo que implica a la seguridad. Por otra parte, comentaremos los cerramientos correspondientes a la nave en sí, que son los que de verdad nos atañen.

En cuanto al cerramiento exterior, correspondiente al vallado de la parcela, lo realizaremos mediante un pequeño muro de bloque hueco de hormigón de 10 cm de espesor para revestir, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm<sup>2</sup>), recibida con mortero de cemento M-7,5. hasta alcanzar los 50 cm.

Sobre éste se instalará una verja de malla plegada con pliegues de refuerzo, de 250x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,00 m, acabado galvanizado y postes de perfil hueco de sección rectangular de 60x40x2 mm, atornillados al soporte.. Con esto alcanzaremos la altura deseada de 3 metros.



Figura 7: Bloque hueco de hormigón

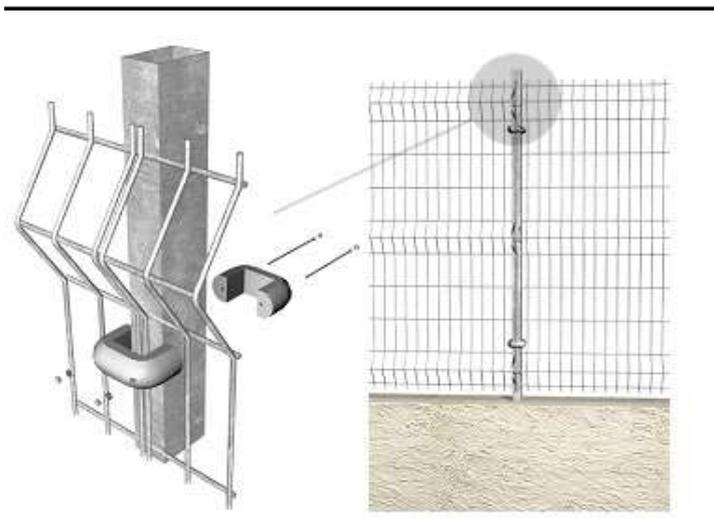


Figura 8: Verja de malla plegada

Además, se proveerá de dos entradas, una en la zona norte exclusiva para vehículos de 3 metros de anchura y otra en la zona oeste para la entrada-salida de camiones de carga y descarga, con una anchura de 4.5 metros.

En cuanto al estudio de la nave en sí, la cubierta será metálica, con paneles tipo sándwich (lacado +

aislante + galvanizado), formadas por paneles prefabricados compuestos por una chapa interior, un aislante intermedio de espuma de poliuretano o lana de roca y una chapa exterior.

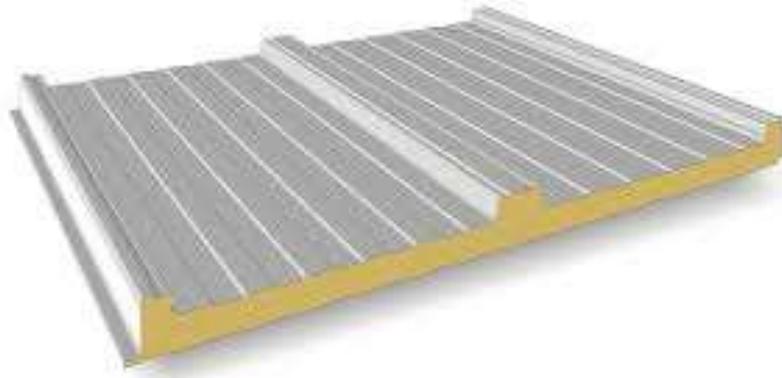


Figura 9: Paneles tipo sandwich para cubierta

Además, con lo que respecta a ventanales, se usarán 10 lucernarios con unas dimensiones de 10 x 2 metros.

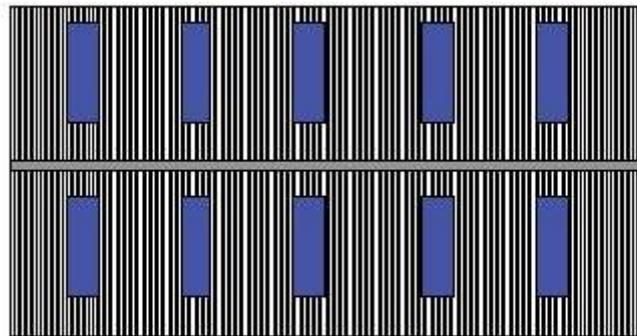


Figura 10: Lucernarios en cubierta

Respecto al cerramiento tanto de la fachada frontal y trasera se usarán paneles tipo sándwich en la parte superior, de 35 mm de espesor y 1100 mm de ancho, formado por dos parámetros de chapa lisa de acero galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media  $40 \text{ kg/m}^3$ , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos, remates y accesorios. Esto supondrá una superficie de  $633 \text{ m}^2$ .

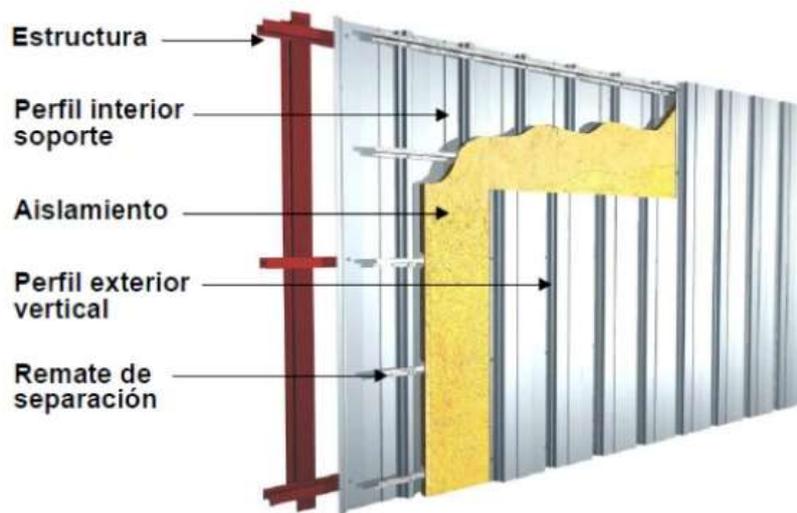


Figura 11: Panel tipo sandwich para fachada frontal y trasera

En la parte inferior se usarán paneles verticales de hormigón formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal. hasta una altura de 3 metros, lo que supone una superficie total de 396 m<sup>2</sup>. Estos paneles son sistemas de cerramiento de hormigón armado o pretensado sin una función estructural propia, pues van sujetos a los elementos estructurales, es decir, se encajarán entre los pilares metálicos. Esto nos permitirá conseguir unos acabados uniformes, además de ganar en tiempo debido a la gran rapidez de ejecución de la obra.

Además, la fachada frontal estará formada por una puerta de acceso peatonal. La fachada trasera estará conformada por una puerta de garaje enrollable y apilable de lamas de chapas de acero galvanizado de 0.6 mm de espesor .

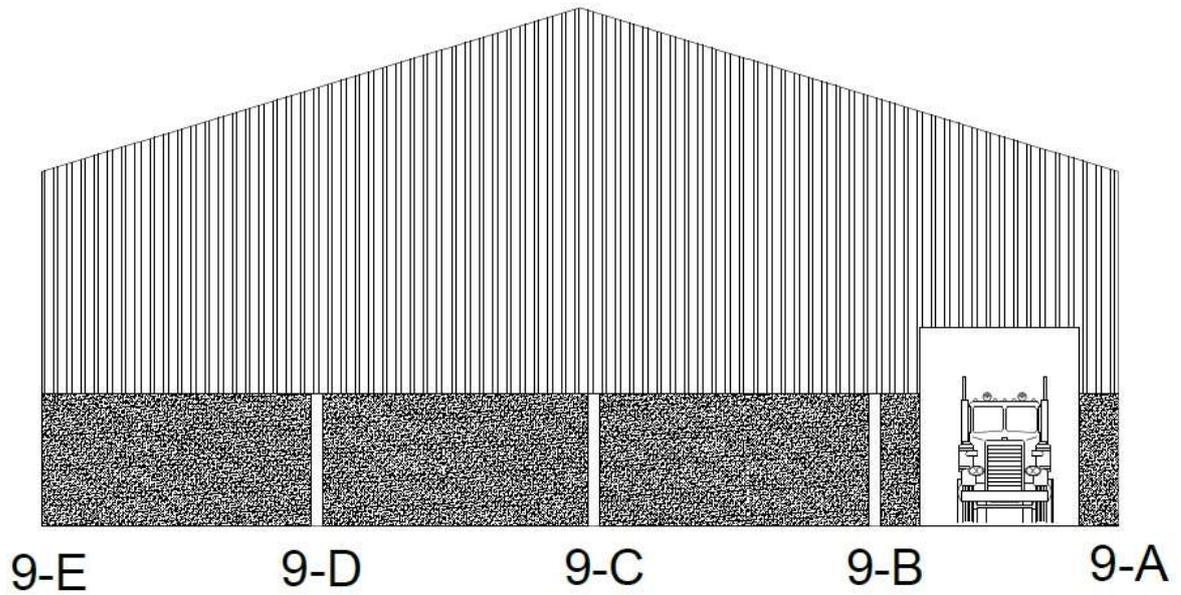


Figura 12: Fachada trasera

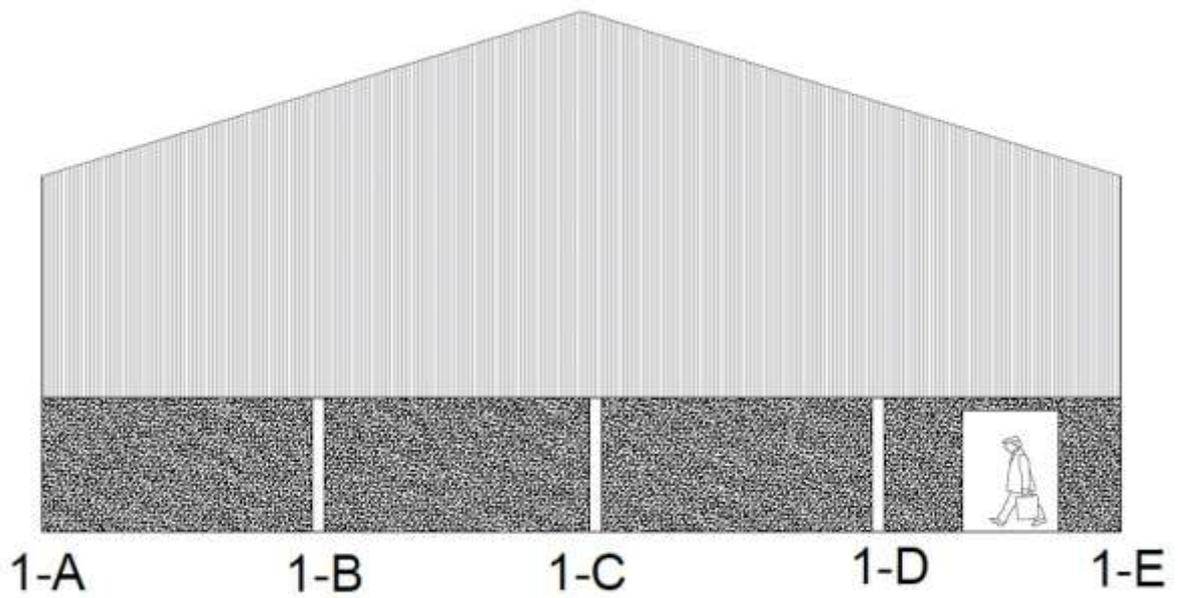


Figura 13: Fachada frontal

En cuanto al cerramiento lateral, constará de ventanales sólo por un lado, que serán de 1,5 x 1 metros, sumando un total de 8 ventanas. En este caso se usarán únicamente placas de hormigón pretensado de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 metros de longitud máxima, acabados en hormigón gris, para formación de cerramientos.

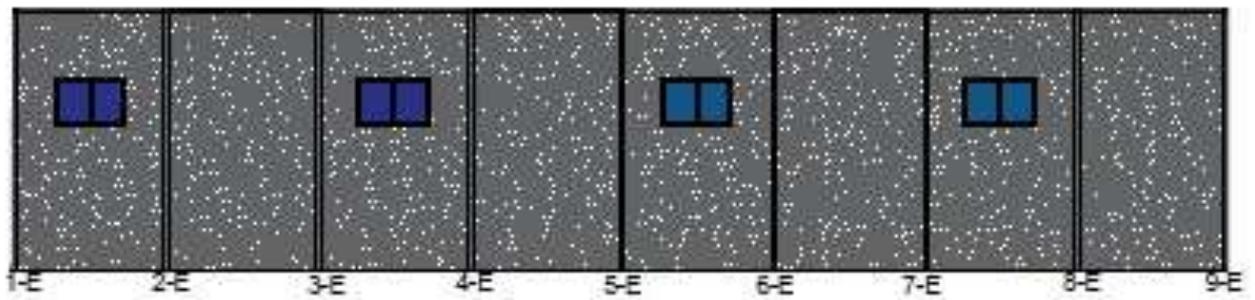


Figura 14: Fachada lateral Sur

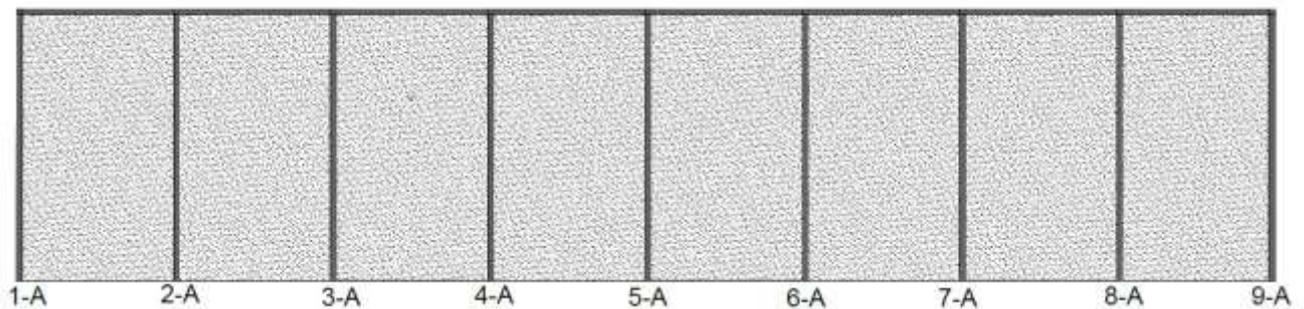


Figura 15: Fachada lateral Norte

## 6.5 MATERIALES

A continuación detallaremos todos los materiales que se han empleado tanto en la estructura como en los diferentes procesos.

MATERIAL	Hormigón HL -150/P/20
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Capa de hormigón de limpieza, con tamaño de árido de 20 mm, consistencia plástica y vertido desde camión, de 10 cm de espesor
<b>USO</b>	Asentamiento de zapatas

Cuadro 2: Resumen Hormigón HL- 150/P/20

MATERIAL	HA-30/B/20/IIa+Qa
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Hormigón armado convencional con una resistencia de 30 N/mm <sup>2</sup> , tamaño de árido de 20 mm, consistencia blanda fabricado en central con cemento MR y vertido desde camión
<b>USO</b>	Zapatas

Cuadro 3: Resumen Hormigón HA-30/B/20/IIa+Qa

MATERIAL	HA-25/B/20/IIa
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Hormigón armado convencional con una resistencia de 25 N/mm <sup>2</sup> , tamaño de árido de 20 mm, consistencia blanda fabricado en central con cemento MR y vertido desde camión
<b>USO</b>	Solera

Cuadro 4: Resumen Hormigón HA-25/B/20/IIa

<b>MATERIAL</b>	Acero B500 S
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Acero B 500 S
<b>USO</b>	Placas de anclaje y vigas de atado

Cuadro 5: Resumen Acero B500 S

<b>MATERIAL</b>	Acero S235JR
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Correas
<b>USO</b>	Correas con un perfil CF-140x3.0

Cuadro 6: Resumen Acero S235JR

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	$\nu$	G (MPa)	$f_y$ (MPa)	$\alpha_t$ (m/m°C)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Acero conformado	S235	210000.00	0.300	80769.23	235.00	0.000012	77.01
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i><math>\nu</math></i> : Módulo de Poisson <i>G</i> : Módulo de cortadura <i><math>f_y</math></i> : Límite elástico <i><math>\alpha_t</math></i> : Coeficiente de dilatación <i><math>\gamma</math></i> : Peso específico							

Cuadro 7: Propiedades del Acero S275 y S235

Tabla obtenida a partir de los listados que nos ofrece el programa Cype.

## 6.6 ESTRUCTURA

En cuanto al estudio de la estructura existe una única nave que presentará una estructura metálica. Ésta constará de 9 pórticos rígidos a dos aguas, con unas dimensiones de 26 metros de luz y una separación entre pórticos o crujía de 5 metros, para darnos una longitud total de la nave de 40 metros. Los pilares de los pórticos interiores tendrán una longitud de 7.5 metros, siendo la altura de cumbrera de 9 metros, obteniendo una pendiente de  $11.53^\circ$ . En cuanto a los pórticos de fachada tendrán 4 pilares a razón de 6.5 metros de separación entre ellos, hasta conformar los 26 metros de luz. La altura de ellos será: los pilares exteriores tendrán una longitud de 7.5 metros, los pilares más interiores serán de 8.25 metros y finalmente el pilar central corresponderá con la altura de cumbrera.

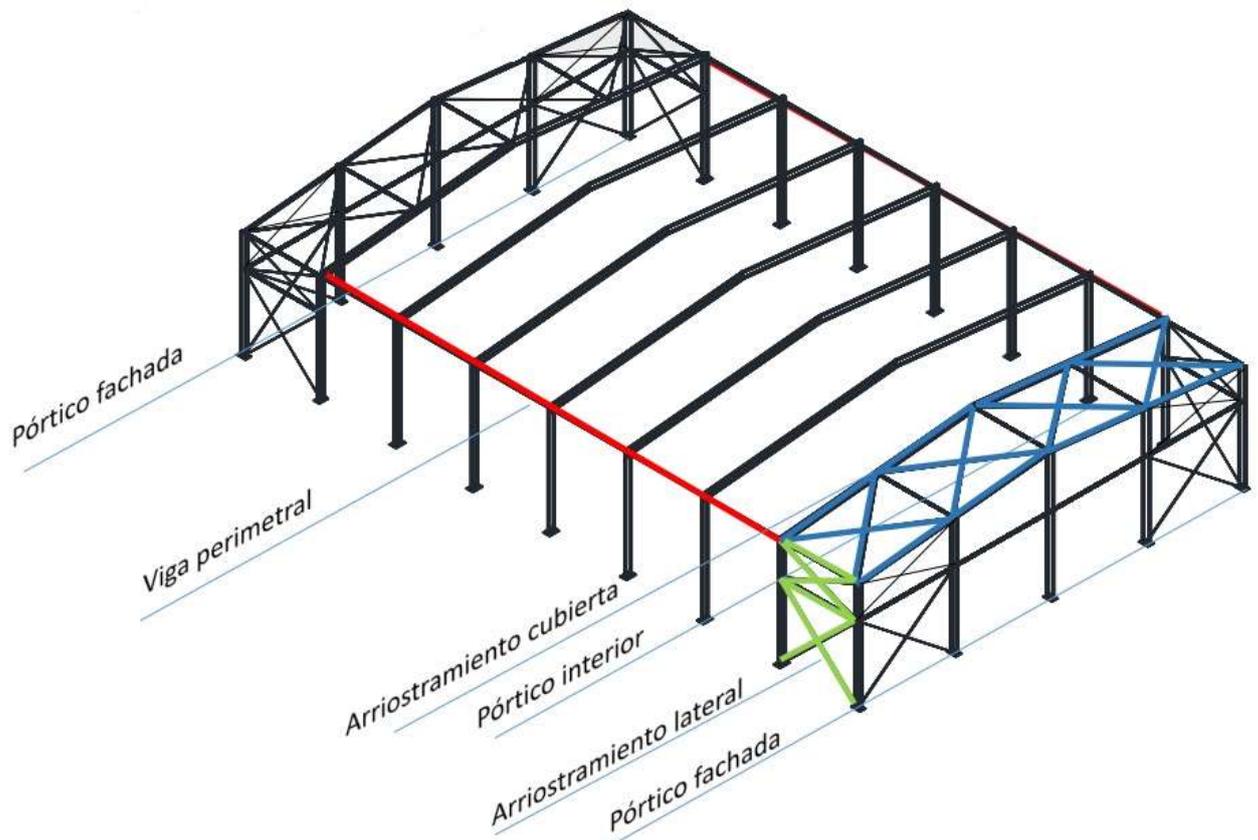


Figura 16: Estructura nave industrial

La cantidad de pilares, así como sus perfiles, serán detallados en el apartado de presupuesto, donde haremos un cálculo más exhaustivo de todos los perfiles utilizados.

En el interior de la nave se llevará a cabo la construcción de unas oficinas de  $100 \text{ m}^2$ , separadas del resto de la zona de trabajo por una tabiquería de ladrillo de 4 cm de espesor.

Varios son los elementos en los que podría dividirse la estructura:

- Pórtico de fachada
- Pórtico interior
- Arriostramientos
- Fachada lateral
- Correas

El pórtico de fachada (dos en nuestro caso) está formado por 5 pilares IPE 220 de acero S275, separados 6.5 metros. Además, estos pilares se unen mediante montantes a una distancia del suelo de 5,3 metros, también de acero, de perfil rectangular # 100x11.73. El uso de estos pilares es fundamental, pues por una parte permite el apoyo de los paños de cerramiento de la fachada frontal y por otro disminuye la luz, reduciendo así las flechas y momentos flectores.

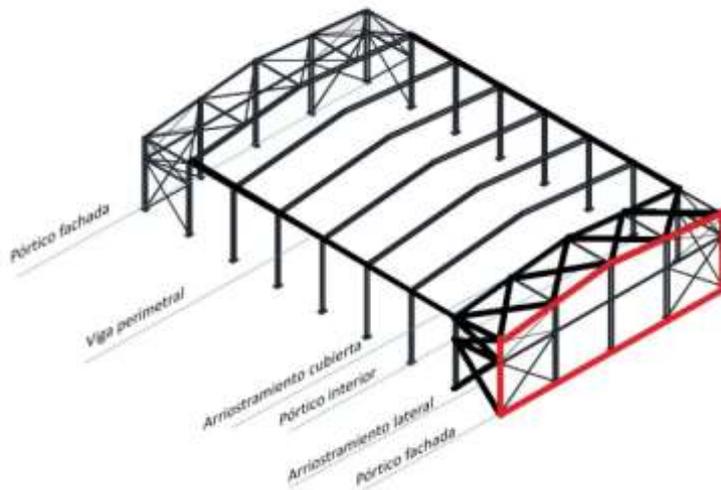


Figura 17: Portico de fachada

Así mismo, se colocan las cruces de San Andrés para dotar a la estructura de más refuerzos con el fin de que la estructura sea capaz de soportar las cargas producidas por la acción del viento. El perfil a usar será acero S275 laminado de perfil L75x75x6.

En cuanto a la jácena de nuestro pórtico, está formada por perfiles IPE 200, con unas dimensiones idénticas a la de los pórticos más interiores.

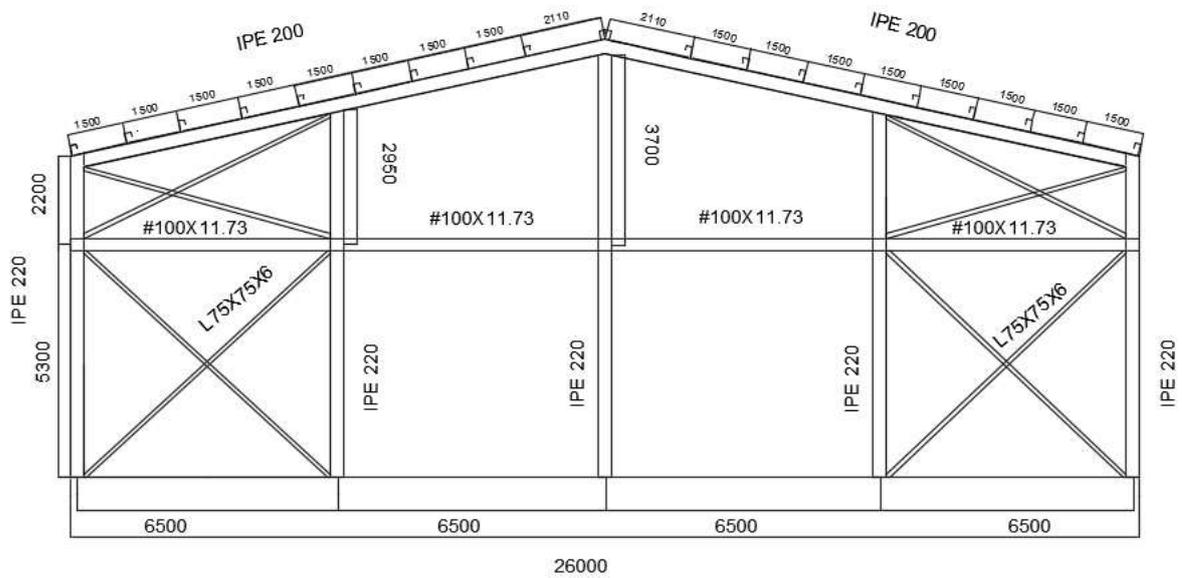


Figura 18: Dimensionamiento Pórtico de Fachada

El siguiente elemento a analizar sería el pórtico interior. Igual que el pórtico de fachada, está formado por perfiles de acero laminado S275, pero en este caso de perfil superior como es el IPE 450.

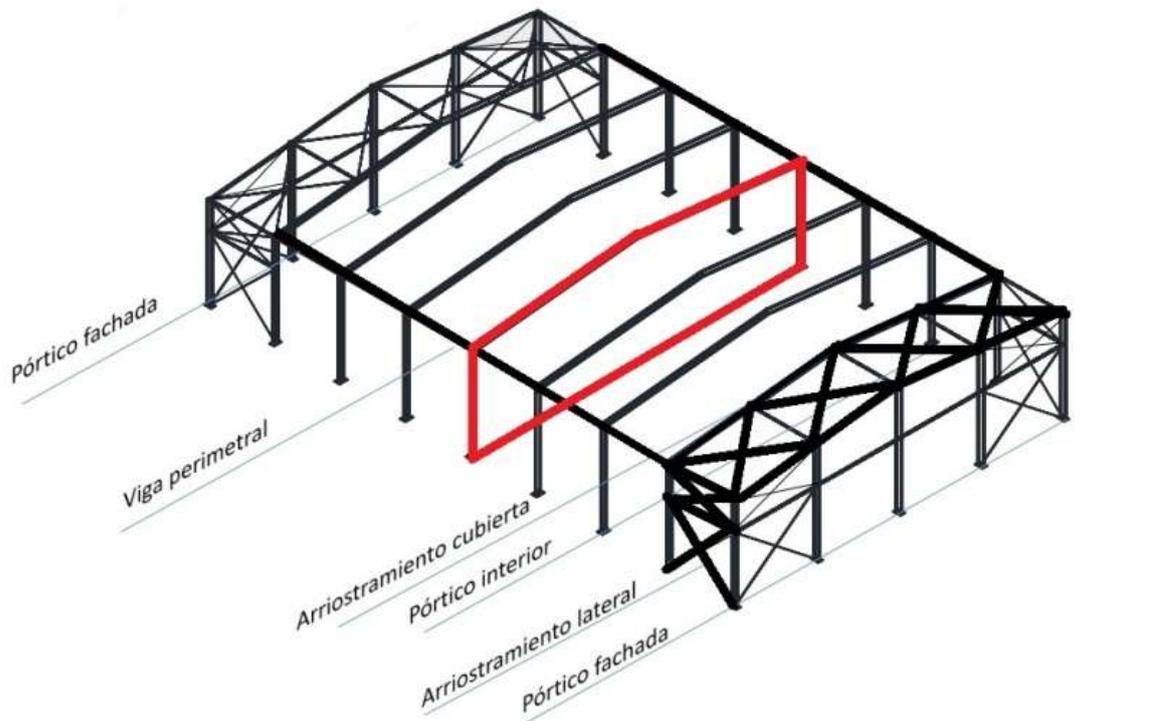


Figura 19: Pórtico interior

En este caso los pilares tendrán una dimensión de 7.5 metros, mientras que las jácenas serán de 13,086 metros.

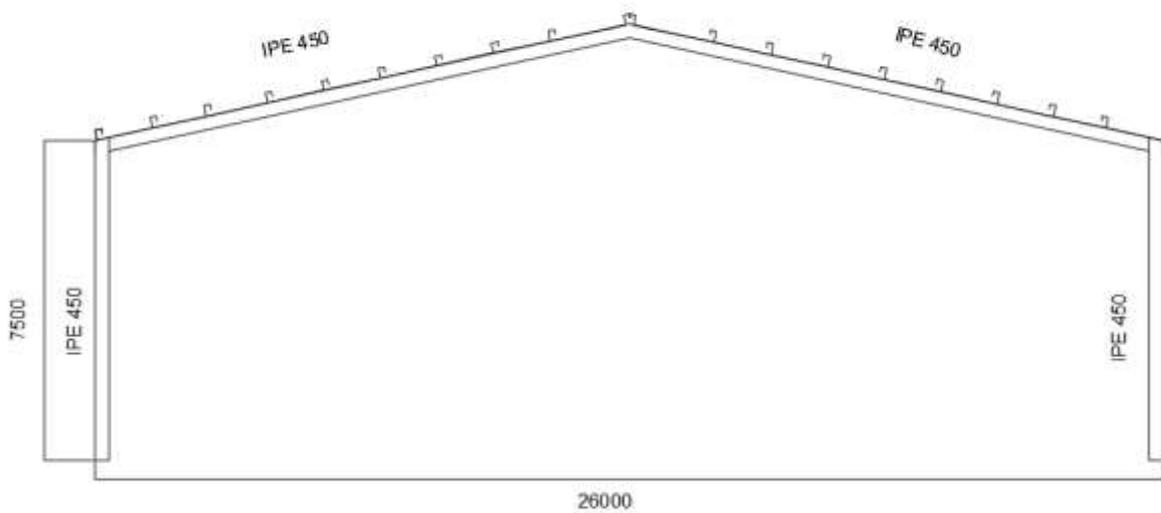


Figura 20: Dimensionamiento Pórtico Interior

Otra parte de nuestra estructura es la compuesta por los cerramientos laterales, compuestas por una viga perimetral de acero estructural S275 laminado en caliente de perfil IPE 200 y una longitud de 30 metros.

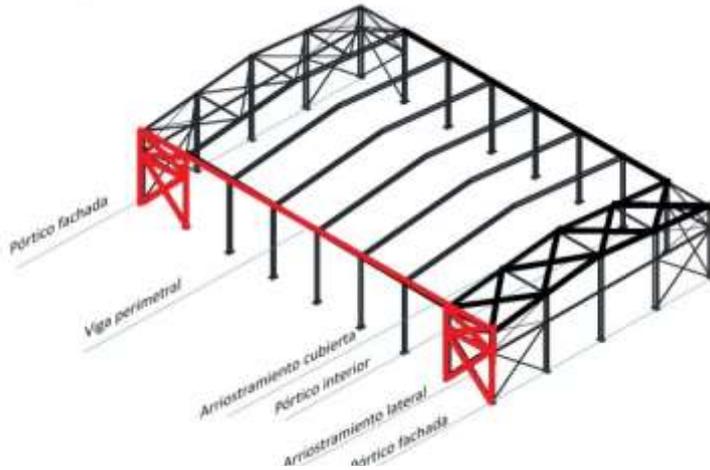


Figura 21: Fachada lateral

Este elemento junto con el arriostamiento de fachada lateral garantizan el arriostamiento del pórtico interior en el plano de fachada lateral, evitando el movimiento de la cabeza del pilar. De nuevo será de utilidad la configuración de la Cruz de San Andrés.

La cruz superior está formada por un perfil L 160x160x17, mientras que el perfil de la inferior es un poco mayor, L200x200x13. En cuanto a los montantes, ambos están formados por un perfil rectangular conformado #80x3.

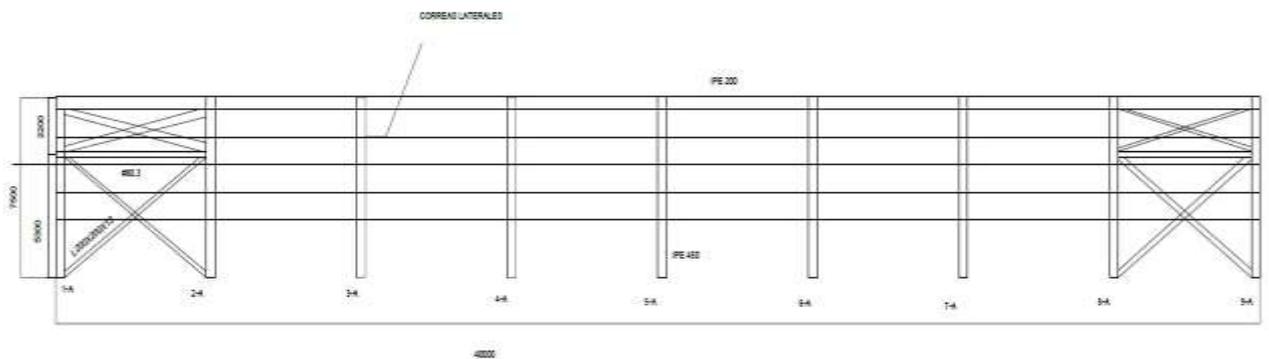


Figura 22: Dimensionamiento Fachada Lateral

Otro elemento importante de nuestra estructura es el que forma la viga contraviento, formada por montantes y diagonales que se comprimen o traccionan en función de la dirección del viento. Está formada por un conjunto de tres montantes de acero S275 con un perfil de tubo conformado #80x2 y unas diagonales de perfil L 75x75x6.

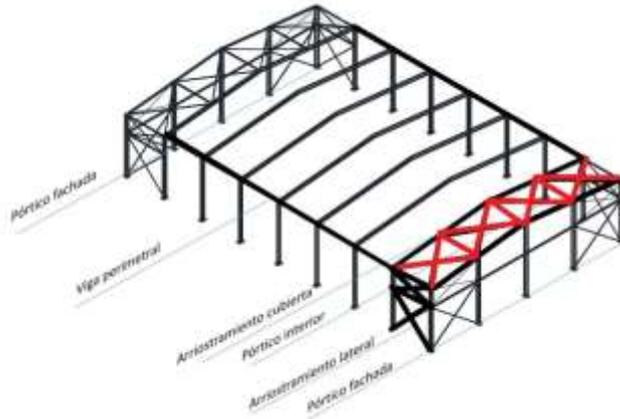


Figura 23: Viga Contraviento

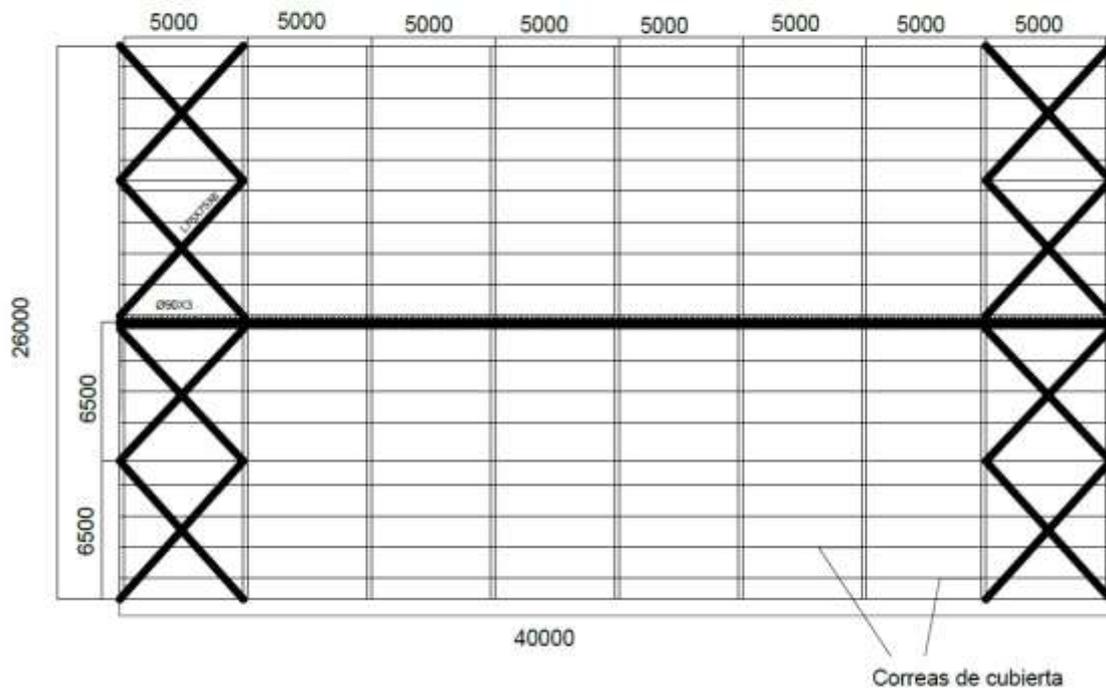


Figura 24: Dimensionamiento Viga Contraviento

Finalmente, el último elemento a analizar serán las correas, tanto de cubierta como laterales.

Las correas son los elementos que soportan la cubierta y transmiten sus esfuerzos al resto de la estructura. Se colocan en dirección transversal a los pórticos de la estructura y los perfiles usados son de menor sección que el resto de elementos, es decir, son elementos ligeros, reduciendo así las acciones sobre los dinteles de los pórticos. Su función no es la de arriostrar los pórticos para darle consistencia a la estructura, sino que sirven de soporte del material de cubrición que vayamos a usar. La distancia de éstas será de 1.5 metros .

En cuanto al material a usar, el programa nos optimiza la solución indicándonos la separación óptima entre correas y el menor perfil de la serie que cumple los requisitos. Se trata del acero S235, con un perfil CF-140x3.0.

## 6.7 INSTALACIONES. VENTILACIÓN Y PLUVIALES.

No es de interés en este trabajo realizar el estudio de acometidas de ventilación y pluviales, por lo que no haremos una explicación extensa del tema, aunque, obviamente, para el uso adecuado de la nave y para cumplir con la normativa ésta deberá estar provista de toda clase de abastecimientos para el correcto funcionamiento del conjunto de activos que formarán el día a día.

## 7. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Para llevar a cabo la descripción del conjunto de procesos y materiales utilizados, así como la elaboración de presupuestos, hemos utilizado la página web: "www.generadordeprecios.info", propiedad de cype y que adapta muy bien los presupuestos a las diferentes obras que se lleven a cabo.

Es el camino más directo para llegar a conseguir el coste más aproximado, si bien no es posible un coste real y completo, debemos acercarnos lo máximo posible a un coste veraz y con sentido. Permite elaborar una documentación de calidad, así como la inclusión de distintos productos tanto de fabricantes como de productos genéricos.

A continuación, un resumen de los distintos presupuestos para cada uno de los procesos que se llevan a cabo en la realización de la obra:

- Movimiento de tierras ..... 27479,808 €
- Cimentaciones..... 26799,17 €
- Estructura ..... 93275,73 €
- Elementos constructivos ..... 119778,7975 €

-Presupuesto de Ejecución de Material (PEM) .....267333,506 €

Recordemos que nuestra nave tenía unas dimensiones de 1040 m<sup>2</sup>, lo que supone un ratio de 257,05 €/m<sup>2</sup>.

A continuación, añadimos los porcentajes aplicados para cada uno de estos conceptos:

-13 % Gastos Generales(aplicados sobre el PEM) ..... 34753,36 €

-6 % Beneficio Industrial (aplicados sobre el PEM)..... 16040,01 €

-Presupuesto de Contrata (PC) .....318127,866 €

Y, aplicando el Impuesto sobre el valor añadido (IVA), obtenemos el presupuesto final:

- 21 % IVA .....66806,85 €

Lo que hace un presupuesto total de 384933,50 € (TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES CON CINCUENTA CÉNTIMOS)

## 8 .BIBLIOGRAFÍA

En cuanto a la documentación y bibliografía consultada cabe destacar:

- "CURSO BÁSICO CYPE 3D". Documentación de apoyo acerca del programa utilizado durante todo el trabajo CYPE 3D, llevado a cabo por Héctor Saura Arnau, Antonio Hospitaler Pérez y Jose M. Montalvá Subirats.
- Apuntes de la asignatura "Tecnología de la Construcción" cursada durante el segunda cuatrimestre de cuarto curso de la carrera "Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales".
- Apuntes de la asignatura "Proyectos" cursada durante el primer cuatrimestre de cuarto curso de la carrera "Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales".
- "Normas urbanísticas - NUEVO TOLLO" a través de la página web de <http://www.sepiva.es>
- CTE, Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- Instrucción de hormigón estructural (EHE), Real Decreto (2008, 18 de julio. M. Fomento, BOE 22 de agosto 08).
- "[www.generadordeprecios.info](http://www.generadordeprecios.info)", para consulta y descomposición de presupuestos.



# ANEXO 1. NORMATIVA URBANÍSTICA

Detallaremos en las siguientes líneas el plan parcial del Parque Nuevo Tollo. El cumplimiento de la normativa debe pasar por los siguientes puntos:

-La tipología de la edificación para el uso industrial será la de Nave entre medianeras y la de Nave exenta o aislada. Se admitirán otras tipologías siempre y cuando cumplan con los parámetros explicados más adelante.

-Se establece como parcela mínima la de 800 m<sup>2</sup>, con un ancho de fachada mínimo de 20 metros.

-La edificación se retirará 10 metros, como mínimo, respecto de la alineación exterior, excepto en chaflanes y esquinas que será de 5 metros. Respecto de los lindes laterales y traseros el retiro será de 3 metros, salvo en los casos que se prevea el adosamiento de naves.

-El coeficiente de ocupación de parcela será el resultante de la aplicación de los retiros citados, si bien se establece un porcentaje máximo de ocupación del 75% de la superficie de la parcela o parcelas en que pudiera subdividirse.

-Los espacios libres resultantes no serán edificables en ningún caso, pudiéndose destinar a aparcamientos al aire libre, carga y descarga y áreas ajardinadas. Queda terminantemente prohibido la utilización de estos espacios como depósitos de materiales de carácter permanente, así como el vertido o almacenamiento de residuos.

-La máxima altura de cornisa de la edificación será de 14 metros.

-El número posible de plantas a construir sobre rasante es de 3.

-Se permiten cubiertas inclinadas; de realizarse éstas por encima de la máxima altura de cornisa ( 14 metros) la cumbrera no podrá situarse a más de 4 metros por encima de aquélla.

-Se permite la construcción de sótanos y semisótanos.

-Los parámetros de fachada recayentes a vía pública, así como los parámetros laterales y/o medianeros deberán tratarse con calidad resultante de obra terminada.

-Las construcciones auxiliares e instalaciones complementarias de las industrias deberán ofrecer así mismo un nivel de acabado digno y que no desmerezca de la estética del conjunto.

-Los espacios que en el interior de las parcelas queden libres de edificación deberán tratarse en su conjunto de tal manera que las áreas que no queden pavimentadas se complementen con elementos de jardinería y de mobiliario urbano.

-Se dispondrá, como mínimo, una plaza de aparcamiento de automóvil por cada 100 metros cuadrados de superficie construida destinada a la actividad productiva. Deberá habilitarse en el interior de la parcela, pudiendo utilizarse los espacios libres de parcela siempre y cuando las condiciones de acceso y circulación permitan la adecuada maniobra de los vehículos.



# ANEXO 2. CÁLCULOS

A continuación llevaremos a cabo un estudio exhaustivo de todos los cálculos en los que hemos ido derivando hasta dar con la solución final y su dimensionamiento.

Esta ardua tarea la hemos realizado mediante un programa de uso comercial: CYPE 3D. Además, como estructura principal consideraremos el conjunto de pórticos, así como la viga perimetral o las zapatas, excluyendo el resto de elementos, pues los consideraremos aparte en epígrafes posteriores.

## 1. Modelo estructural

Como ya hemos comentado anteriormente, la estructura será metálica y constará de 9 pórticos a dos aguas. Son numerosos los libros que destacan la distancia óptima entre pórticos, que se sitúa entre los 5 y los 7 metros. Estos datos han sido más que válidos para situar nuestra nave en los 40 metros de longitud, con una crujía de 5 metros, y hacer una división exacta del espacio, pues para el uso de nuestra nave las dimensiones son más que aceptables. No tendremos ningún problema de espacio en el interior, pues la maquinaria a usar no tendrá unas dimensiones exageradas y podremos usar este espacio para el almacenamiento de nuestro material.

Por otro lado, la pendiente óptima de los faldones se sitúa en los 25°. Por una lado no se producirá la acumulación de nieve y, por otra parte, la acción del viento no nos resultará tan molesta. Nuestra pendiente se sitúa en los 11.53°.

## 2. MATERIALES

Toda la estructura se va a basar en el uso del acero S275, cuyas características son las que se presentan en la tabla siguiente:

<b>Módulo de elasticidad</b>	<b>210 GPa</b>
<b>Coefficiente de Poisson</b>	<b>0.30</b>
<b>Límite elástico</b>	<b>275 MPa</b>

Cuadro 8: Propiedades del Acero S275

En las correas utilizaremos el acero S235:

<b>Módulo de elasticidad</b>	<b>210 GPa</b>
------------------------------	----------------

Cuadro 9: Propiedades del Acero S235

**Coefficiente de Poisson** 0.30

**Límite elástico** 235 MPa

### 3. ACCIONES SOBRE EL EDIFICIO

En cuanto a las acciones sobre el edificio, el programa nos calculará automáticamente las cargas permanentes que se producen sobre éste, pero deberemos diferenciar entre las sobrecargas de nieve y de viento. Por lo que respecta a las cargas permanentes, aplicaremos un peso del cerramiento tanto lateral como de cubierta de  $0.15 \text{ KN/m}^2$ , así como una sobrecarga del cerramiento de  $0.40 \text{ KN/m}^2$ .

Con respecto a la sobrecarga de viento, el programa nos ofrece la posibilidad de indicar la zona en la que nos encontramos, de acuerdo con el Código Técnico CTE DB SE-AE (España). Nuestra nave se encuentra en la zona eólica A, con una velocidad básica de  $26 \text{ m/s}$ . Presenta un grado de aspereza de IV por ser una zona industrial y a una altitud inferior a  $1000$  metros, exactamente de  $720$  metros.

La sobrecarga de nieve se acoge al CTE DB-SE AE (España) también, permitiéndonos introducir los valores de altitud y una exposición normal al viento .

Además, en cuanto a la categoría de uso se trata de la categoría G1(Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables). Así no tendremos en cuenta las acciones del viento interior, tanto de succión como de presión.

Una vez realizado estos pasos podremos acceder a varias hipótesis de cargas, entre las que se encuentran:

- Carga permanente.
- Sobrecarga de uso.
- Viento a  $0^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- Viento a  $0^\circ$ , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
- Viento a  $90^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- Viento a  $180^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- Viento a  $180^\circ$ , presión exterior tipo 2 sin acción en el interior.
- Viento a  $270^\circ$ , presión exterior tipo 1 sin acción en el interior.
- N1 (Ambos faldones cargados).
- N2 (Faldón izquierdo a medio cargar).
- N3 (Faldón derecho a medio cargar).

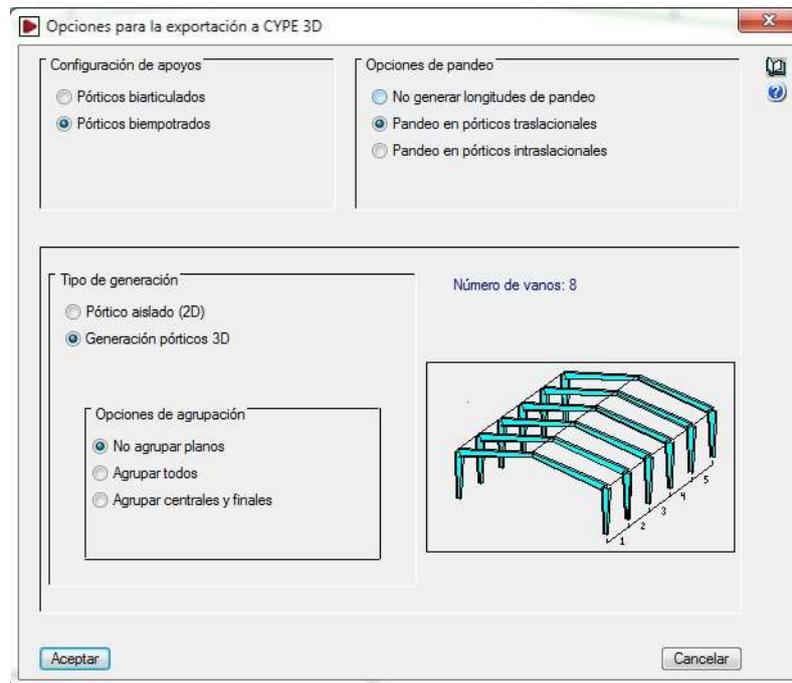
En los planos ofrecidos al final del trabajo se detallarán todos los valores obtenidos a partir del estudio de las cargas.

## 4. ESTRUCTURA METÁLICA

### 4.1 Pórtico interior

Antes de realizar el estudio del pórtico interior deberemos realizar el estudio de las correas, pero los detalles los comentaremos en el epígrafe 4.4.

En cuanto al tipo de pórtico ya se ha comentado que será un pórtico a dos aguas, así como unas dimensiones de 7.5 metros para los pilares exteriores y 9 metros para la altura de cumbrera. Para su creación usaremos el "Generador de pórticos" proporcionado por el programa. Realizaremos su exportación a CYPE 3D.



Opciones de Exportación de la obra a CYPE 3D

Los parámetros seleccionados serán muy importantes para el resto del cálculo de la estructura, por lo que tenemos que saber muy bien el tipo de estructura que queremos llevar a cabo.

Como vemos en la imagen, los pórticos se van a considerar biempotrados. En cuanto a las opciones de pandeo, consideraremos pórticos traslacionales donde después iremos variando los coeficientes en función del pilar seleccionado.

A partir de aquí deberemos definir las barras, así como el tipo de material, introducir los coeficientes de pandeo para todas ellas y las limitaciones de las flechas de acuerdo con el CTE.

Vamos a colocar perfiles IPE debido a que son los perfiles que menos peso tienen. Empezaremos por un IPE 360 e iremos subiendo. Finalmente optaremos por un perfil 450 tras realizar todos los cálculos, pues es el perfil que cumplirá con todos los estados límite.

El siguiente paso será introducir tanto las flechas como los coeficientes de pandeo de todas las barras que corresponden con la estructura en ambos planos.

Sabemos que el pandeo es un fenómeno que influye en aquellas piezas que se ven sometidas al esfuerzo de compresión, pero en un primer momento no podemos saber con certeza qué piezas van a trabajar a compresión, por lo que tendremos que aplicar estos coeficientes a todas ellas. Para ello tenemos que tener presente el coeficiente de pandeo ( $L_k = \beta L$ , siendo  $L$  la longitud de la barra). Este coeficiente de pandeo está relacionado con las condiciones de contorno, elementos que intervengan en el pandeo de las barras, así como la conexión que se produce entre las barras.

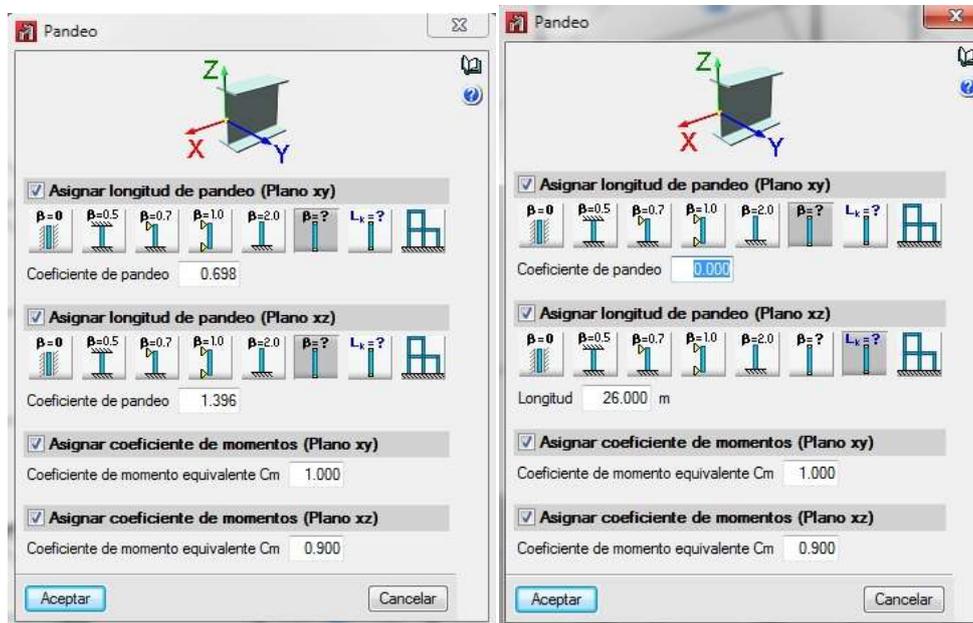
Para el cálculo de este coeficiente en un tramo de pilar de longitud  $L$  unido rígidamente a las demás piezas de un pórtico intraslacional se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{L_k}{L} = \text{RAIZ} \left( \frac{1 - 0,2 (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \eta_1 \eta_2}{1 - 0,8 (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \eta_1 \eta_2} \right) \leq 1$$

Donde los coeficientes  $\eta_1$  y  $\eta_2$  tendrían un valor de:

$$\eta_1 = \frac{EI/h}{EI/h + 1,5EI/L} \qquad \eta_2 = 0$$

Se realizará el cálculo y se obtendrán unos coeficientes de  $\eta_1=0.6979$ , por lo que  $\beta= 1.3957$ , que podremos aproximarlos a unos coeficientes de 0.7 y 1.4 respectivamente. La siguiente figura ilustra los valores puestos en práctica:



Pandeo en pilar (izq) y jácena (dere)

En cuanto a los coeficientes de pandeo en los pilares, consideraremos los obtenidos de las ecuaciones anteriores ya explicadas. En el caso de las jácenas, se considera impedido el pandeo en el plano XY y, por lo tanto, se le asigna el valor 0. En el plano del pórtico se introduce la longitud de pandeo (26 metros), puesto que hay que considerar las dos jácenas. Por lo que respecta a los valores de los coeficientes de momento equivalente, se han obtenido a partir de la tabla 6.10 del DB SE-A.

Finalmente consideraremos que en los pilares y las jácenas no existe la posibilidad de que los perfiles pandeen lateralmente.

A continuación se pasará a estudiar las flechas de estos dos elementos, pues es muy frecuente que muchos proyectos se desechen por el simple hecho de no verificar esta condición, conocida como aptitud al servicio. En las jácenas seleccionaremos que el tipo de flecha a comprobar es la secante,

indicando un valor límite de ésta de  $L/300$ . En lo que respecta a los pilares del pórtico interior se les asignará un valor límite de  $L/250$ , según el CTE.

## 4.2 PÓRTICO DE FACHADA

El pórtico de fachada obviamente tendrá las mismas dimensiones que los demás pórticos interiores, si bien es cierto que con unas características especiales. Por un lado, estará formado por tres pilares más, separados unos de otros por 6.5 metros de distancia. Además, deberemos dividir los pilares en dos tramos y colocar un arriostramiento, pues esto nos obligaría a tener un radio de giro muy elevado. Deberemos cumplir:

$$h_i + h_s = h$$

$$0,7 h_i = 1 h_s$$

Nuestra altura de cumbrera es de 9 metros, por lo que obtenemos una  $h_i = 5.3$  metros, que será la distancia a la que tendremos que colocar las barras que conformarán el arriostramiento de fachada. Todo esto se hará más visual en el epígrafe de planos.

Ahora debemos conseguir que las barras trabajen tal y como deseamos. El dintel trabaja como una viga continua apoyada sobre la cabeza de los pilares, los pilares trabajan empotrados-apoyados y las barras de los arriostramientos deberán estar articuladas en sus extremos, mediante la opción que nos ofrece CYPE de "Articular extremos".

A continuación y tal y como hemos hecho anteriormente con los pilares interiores, deberemos realizar el dimensionado de cada una de las barras que componen nuestros pilares de fachada. Comenzaremos con perfiles bajos hasta dar con el perfil que cumpla todas las expectativas deseadas.

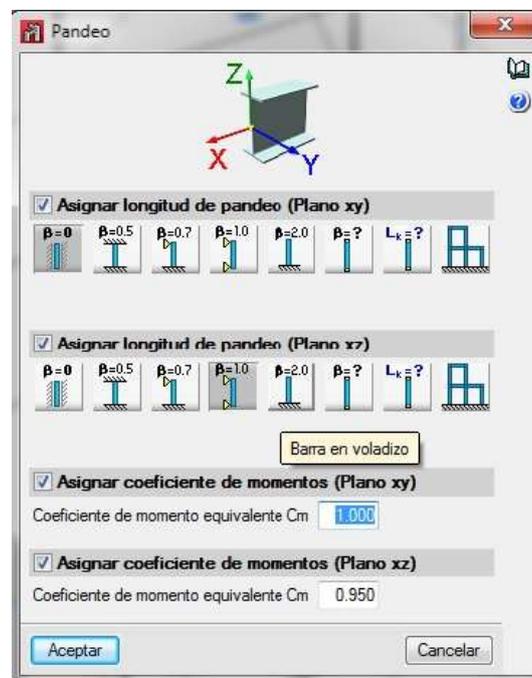
Tras realizar todos estos ensayos llegamos a la siguiente conclusión:

Para la jácena utilizaremos un perfil IPE 200. Todos los pilares de fachada estarán formados por perfiles IPE 220, que serán más que suficiente para soportar todas las cargas previstas. En cuanto a los montantes, utilizaremos dos tipos de perfiles. Por un lado el perfil #100x11.73 para los dos montantes más exteriores y por otro lado el perfil #90.3 para los montantes interiores. Lo recomendable sería utilizar los mismos perfiles para todos los montantes, pero estamos intentando optimizar la estructura, por lo que estos valores serían más que válidos. En el caso de las diagonales que conformarán nuestro

arriostramiento, utilizaremos perfiles normalizados, que nos serán más económicos y fáciles de encontrar, de dimensiones L75x75x6, con la característica de que el perfil debe de ser tirante.

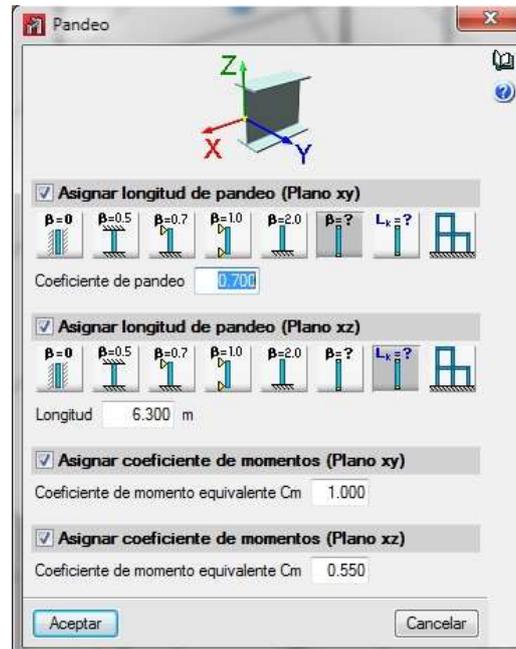
Sólo nos queda llevar a cabo el cálculo de los pandeos y las flechas, tal y como hemos realizado con anterioridad en los pilares interiores.

Comenzaremos por los dinteles, cuyas características se muestran en la figura siguiente:

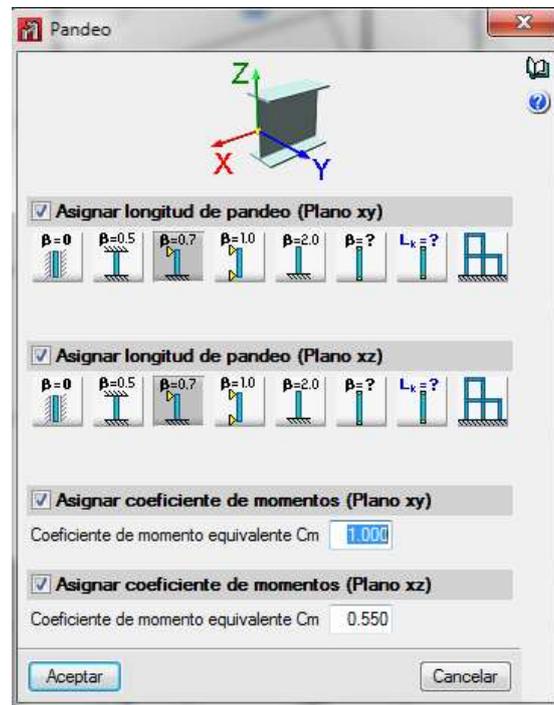


Pandeo jácena del pórtico de fachada

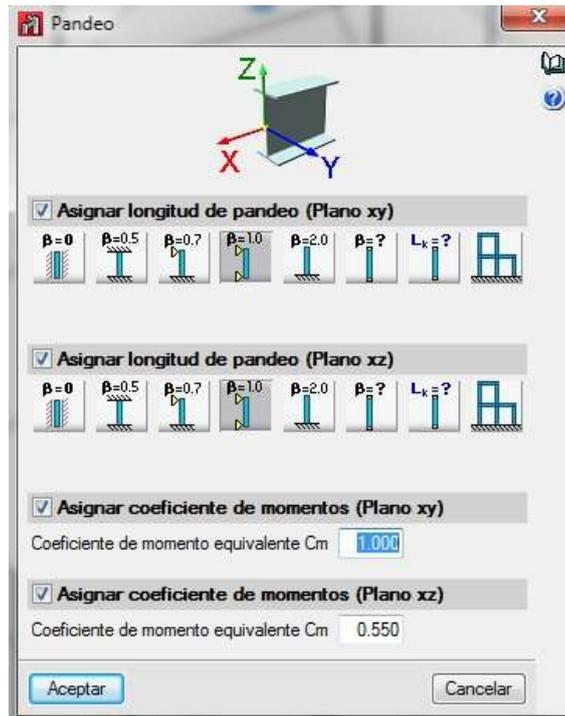
A continuación se mostrarán el conjunto de características tanto de los tramos superiores como inferiores de los pilares de fachada.



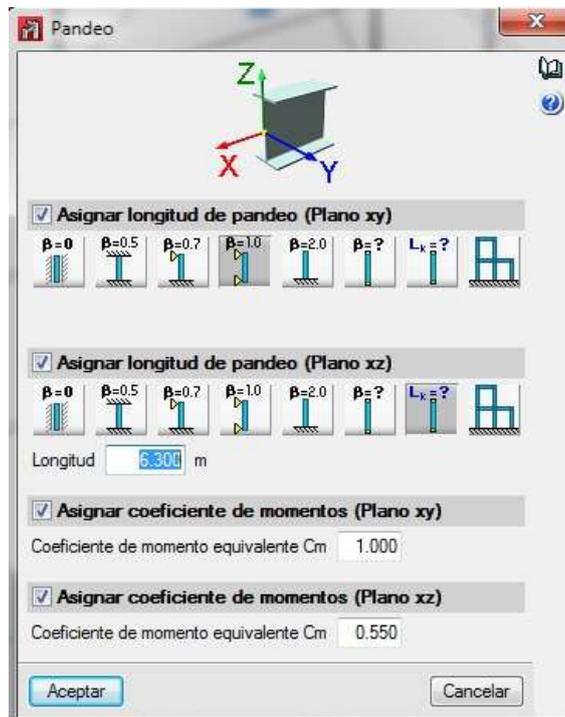
Pandeo del tramo inferior del pilar interno de fachada



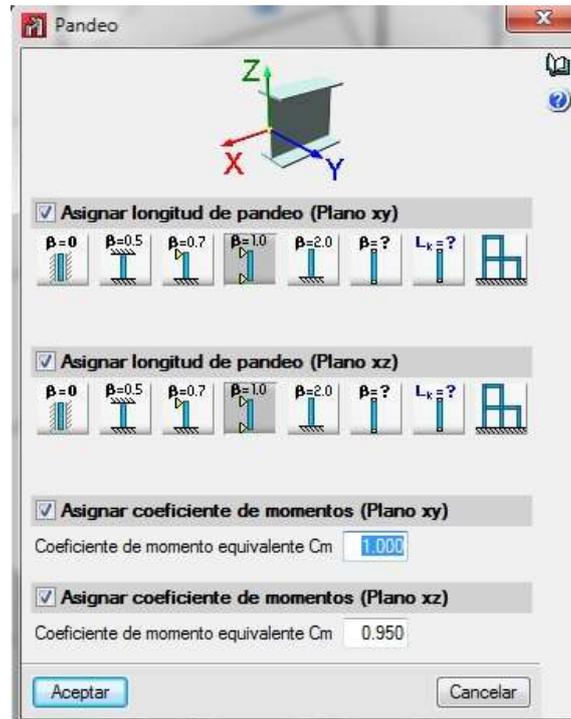
Pandeo del tramo inferior del pilar externo de fachada.



Pandeo del tramo superior externo del pilar de fachada



Pandeo del tramo superior del pilar interno de fachada



Pandeo de los montantes de fachada

## 4.3 SISTEMA DE ARRIOSTRAMIENTO

El siguiente apartado lo dedicaremos, como su propio nombre indica, al conjunto de sistemas de arriostramiento que hacen posible que nuestra nave resista la acción del viento, tanto frontal como lateral, que aparece en el plano perpendicular al pórtico. Dividiremos esta sección en los dos tipos de sistemas contravientos que nos podemos encontrar, como son la viga contraviento y el arriostramiento lateral.

Habitualmente son considerados elementos secundarios de las estructuras, pero no conviene prescindir de ellos para que el comportamiento de la estructura en su conjunto sea el adecuado. Aparte de los arriostramientos transversales utilizados en las vigas para reducir las longitudes de pandeo lateral, la misión fundamental de los arriostramientos es absorber los empujes longitudinales provocados por el viento debido a la presión sobre sus paredes frontales.

### 4.3.1 Viga contraviento

Los elementos que conforman la cubierta son los cordones superiores de los dinteles, las correas y los arriostramientos, que se dispondrán, como es habitual, en forma de cruz de San Andrés. Todos estos elementos constituyen un entramado en los planos de cubierta capaces de absorber empujes del viento, limitando a su vez las longitudes de pandeo de los dinteles en el plano de cubierta.

En este caso hemos utilizado un perfil para las diagonales de L75.6 y para los montantes de #90.3 para los centrales y de 80.3 para los extremos. Lo más fácil sería colocar todos los montantes iguales, pero lo que intentamos es maximizar al máximo el proyecto y estos perfiles cumplirían con creces las expectativas en cuanto a resistencia estructural.

A continuación, tal y como hemos hecho con el resto de barras, deberemos asignar el valor límite de las flechas de los montantes, siendo de  $L/300$ .

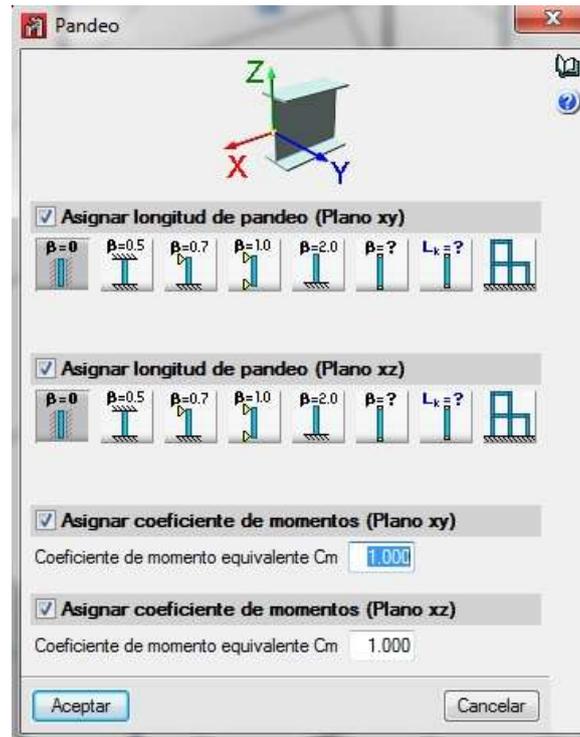
#### 4.3.2 Arriostramiento lateral

Estos arriostramientos son los principales encargados de absorber las acciones del viento sobre los muros frontales

Los arriostramientos en los laterales de la nave los resolveremos también mediante cruces de San Andrés. Esta solución es la más adoptada, ya que son fáciles de montar y cumplen su función perfectamente. Para ello, los perfiles serán diagonales de L200.13. El resto de la viga perimetral la conforman vigas de perfil IPE 200.

De nuevo, el valor límite de las flechas de la viga perimetral lo situamos en  $L/300$ , siendo  $L$  la longitud de la barra.

La siguiente figura refleja las longitudes de pandeo asignadas:



#### 4.4 CORREAS

Las correas son los elementos que soportan la cubierta y transmiten sus esfuerzos al resto de la estructura. Se colocan en dirección transversal a los pórticos de la estructura y los perfiles usados son de menor sección que el resto de elementos, es decir, son elementos ligeros, reduciendo así las acciones sobre los dinteles de los pórticos. Su función no es la de arriostrar los pórticos para darle consistencia a la estructura, sino que sirven de soporte del material de cubrición que vayamos a usar. En nuestro caso serán los ya comentados paneles tipo sándwich, formados por paneles prefabricados compuestos por una chapa interior, un aislante intermedio de espuma de poliuretano o lana de roca y una chapa exterior. Son capaces de soportar  $348 \text{ kg/m}^2$ , con un peso por unidad de superficie de  $24.2 \text{ kg/m}^2$ . A efectos de cálculo se considerará como cubierta ligera.

Son muchas las ventajas que presentan estos elementos, de entre las cuales se destacan:

- Son elementos con poca masa que cumplen perfectamente con su función, lo que reduce la carga sobre la estructura.
- Buena calidad en cuanto a desviaciones e irregularidades.
- Se suministran perforadas a medida y listas para su instalación.
- Protección anticorrosiva.
- Flexibilidad para cualquier medida de correa.

En cuanto al cálculo de las correas, emplearemos el "Generador de Pórticos". Nos centraremos en las correas de cubierta, con una configuración en C.

Son varios los parámetros que debemos fijar. Internamente el programa usa el modelo de viga continua con un número de tramos variable. En este caso concreto, se utiliza el modelo de viga continua de 3 o más vanos. El cálculo de tensiones y flechas se hace de acuerdo a lo previsto en el CTE, situando nuestro límite de flecha en  $L/300$ , siendo L la longitud y una fijación rígida, considerando así impedido el desplazamiento en su plano y una separación entre correas de 1.5 m. En cuanto al material a usar, el programa nos optimiza la solución indicándonos la separación óptima entre correas y el menor perfil de la serie que cumple los requisitos. Se trata del acero S235, con un perfil CF-140x3.0.

Además, las correas se comprueban tanto para los Estados Límite Último (ELU), como para el Estado Límite de Servicio (ELS).

#### 4.5 PLACAS DE ANCLAJE

Los pilares están empotrados en su base, soldados a la placa de anclaje y unidos a la cimentación mediante tuercas y arandelas. Se empleará el acero laminado de calidad S-275.

En nuestro caso dispondremos de una placa base con las dimensiones de 350x600x22 mm, rigidizadores y cuatro pernos de 20 mm y una longitud de 30 cm, con patilla a 90 grados. Esta placa de anclaje es la que soporta a los pilares de los pórticos interiores. En cuanto a los pórticos de fachada, las placas de anclaje calculadas por nuestro programa son distintas. Esta vez la placa tiene unas dimensiones de 200x300x11 mm, con rigidizadores y cuatro pernos de 10 mm de diámetro y una longitud de 30 cm, con patilla a 90 grados.

#### 5 CIMENTACIONES

Para concluir este apartado de cálculos y no por ello menos importante, se encuentran las cimentaciones. Antes de iniciar la cimentación del tipo que sea, deben realizarse una serie de estudios en el terreno sobre el cual se va a asentar la obra. Mediante estos estudios se conocerán las características propias del terreno y así podremos disponer de un tipo de cimentación u otra. En un primer momento realizaremos una cimentación superficial, con una cimentación corrida. Además, necesitaremos el empleo de maquinaria para realizarlas. Las zapatas serán de hormigón armado y, en nuestro caso, se han colocado las de los pórticos interiores rectangulares excéntricas (creciendo hacia afuera) con una distancia del eje del pilar a la cara interior de 0.5m. Además serán aisladas, es decir, zapatas individuales que reciben la carga de un pilar.

Las medidas preventivas no son objeto de estudio en este trabajo, pero deben tenerse en cuenta en la ejecución de la obra.



Toda cimentación requiere que se comprueben aspectos relacionados tanto con la seguridad a la rotura (Estados Límites Últimos), como el adecuado funcionamiento a lo largo de su vida útil (Estados Límite de Servicio). Por lo tanto, deberemos verificar que se cumplen los estados de hundimiento, deslizamiento, vuelco y estabilidad general. Todos estos pasos el programa internamente los calcula y nos da una solución óptima.

Una vez calculada la cimentación, se han dimensionado una a una hasta conseguir que todas cumplan. En los planos adjuntos se visualiza mejor las dimensiones de las zapatas y su excentricidad.

Finalmente se introducen las vigas de atado en todo el perímetro, uniendo todas y cada una de las zapatas.



Figura 25: Cimentación vigas de atado

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia  
 El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.  
 Aprovechamiento: 70.37 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-140x3.0 Material: S235																																																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Nodos</th> <th rowspan="2">Longitud (m)</th> <th colspan="5">Características mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Inicial</th> <th>Final</th> <th>Área (cm<sup>2</sup>)</th> <th>I<sub>y</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>z</sub><sup>(1)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>I<sub>t</sub><sup>(2)</sup> (cm<sup>4</sup>)</th> <th>y<sub>g</sub><sup>(3)</sup> (mm)</th> <th>z<sub>g</sub><sup>(3)</sup> (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25.255, 35.000, 7.586</td> <td>25.255, 40.000, 7.586</td> <td>5.000</td> <td>7.80</td> <td>224.50</td> <td>26.25</td> <td>0.23</td> <td>-9.04</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td colspan="9">                     Notas:                      (1) Inercia respecto al eje indicado                      (2) Momento de inercia a torsión uniforme                      (3) Coordenadas del centro de gravedad                 </td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Pandeo</td> <td colspan="2">Pandeo lateral</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Plano XY</td> <td>Plano XZ</td> <td colspan="2">Ala sup.</td> <td colspan="3">Ala inf.</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td>0.00</td> <td>1.00</td> <td colspan="2">0.00</td> <td colspan="3">0.00</td> </tr> <tr> <td>L<sub>x</sub></td> <td>0.000</td> <td>5.000</td> <td colspan="2">0.000</td> <td colspan="3">0.000</td> </tr> <tr> <td>C<sub>1</sub></td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">1.000</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="9">                     Notación:                      b: Coeficiente de pandeo                      L<sub>x</sub>: Longitud de pandeo (m)                      C<sub>1</sub>: Factor de modificación para el momento crítico                 </td> </tr> </tbody> </table>	Nodos		Longitud (m)	Características mecánicas					Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	25.255, 35.000, 7.586	25.255, 40.000, 7.586	5.000	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04	0.00	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad										Pandeo		Pandeo lateral							Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.			β	0.00	1.00	0.00		0.00			L <sub>x</sub>	0.000	5.000	0.000		0.000			C <sub>1</sub>	-		1.000					Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico								
	Nodos		Longitud (m)		Características mecánicas																																																																																
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>g</sub> <sup>(3)</sup> (mm)																																																																												
	25.255, 35.000, 7.586	25.255, 40.000, 7.586	5.000	7.80	224.50	26.25	0.23	-9.04	0.00																																																																												
	Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad																																																																																				
		Pandeo		Pandeo lateral																																																																																	
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.																																																																															
β	0.00	1.00	0.00		0.00																																																																																
L <sub>x</sub>	0.000	5.000	0.000		0.000																																																																																
C <sub>1</sub>	-		1.000																																																																																		
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>x</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico																																																																																					

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>y</sub>	N <sub>M</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) <sub>Max</sub> Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m η = 70.4	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	x: 0 m η = 12.1	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	CUMPLE h = 70.4
Notación: b / t: Relación anchura / espesor λ: Limitación de esbeltez N: Resistencia a tracción N: Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión. Eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión. Eje Z M <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión biaxial V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z N <sub>M</sub> M: Resistencia a tracción y flexión N <sub>M</sub> M: Resistencia a compresión y flexión N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante, axil y flexión M <sub>t</sub> N <sub>M</sub> M <sub>y</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$

$h / t : \underline{42.7} \checkmark$

$b/t \leq 90$

$b / t : \underline{12.7} \checkmark$

$c/t \leq 30$

$c / t : \underline{4.7} \checkmark$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$0.2 \leq c/b \leq 0.6$

$c / b : \underline{0.368}$

Donde:

h: Altura del alma.

$h : \underline{128.00} \text{ mm}$

b: Ancho de las alas.

$b : \underline{38.00} \text{ mm}$

c: Altura de los rigidizadores.

$c : \underline{14.00} \text{ mm}$

t: Espesor.

$t : \underline{3.00} \text{ mm}$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

Producido por una versión no profesional de CYPE

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

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

$h : \underline{0.704} \checkmark$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 25.255, 35.000, 7.586, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(180°) H1.

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^+ : \underline{5.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

La resistencia de cálculo a flexión  $M_{c,Rd}$  viene dada por:

$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$

$M_{c,Rd} : \underline{7.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

$W_{el}$ : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$W_{el} : \underline{32.07} \text{ cm}^3$

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión. Eje Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

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

**Resistencia a flexión biaxial** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

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

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

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

$h$  : 0.121 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 25.255, 35.000, 7.586, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(180°) H1.

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

$V_{Ed}$  : 6.35 kN

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

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$  : 52.33 kN

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 134.36 mm

$t$ : Espesor.

$t$  : 3.00 mm

$\phi$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$\phi$  : 90.0 grados

$f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

$f_{bv}$  : 136.30 MPa

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$\bar{\lambda}_w$  : 0.52

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_{yb}$  : 235.00 MPa

$E$ : Módulo de elasticidad.

$E$  : 210000.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

## Comprobación de flecha

---

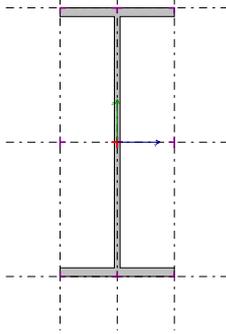
Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 98.63 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.745, 30.000, 7.586

Coordenadas del nudo final: 0.745, 25.000, 7.586

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(EI) + 1.00 \cdot V(0^\circ)$  H2 a una distancia 2.500 m del origen en el tercer vano de la correa.  
( $I_y = 224 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 26 \text{ cm}^4$ )

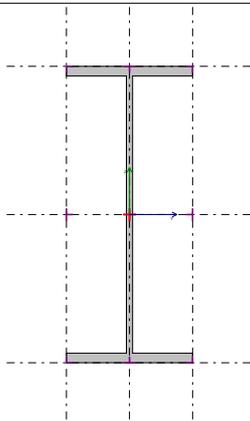
Barra N76 / N24  
 Perfil: IPE 450  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N76	N24	-	1.999	0.201	0.000	170.63
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta^{(1)}$	0.70	1.40	0.68	1.00		
$L_k^{(2)}$	1.536	3.071	1.500	2.200		
$C_m^{(3)}$	1.000	0.900	1.000	1.000		
$C_1^{(4)}$	-			1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$						
Grupo de flecha: G18						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$	
Plano xy	Tangente N1	-	L / 250	-	L / 250	
Plano xz	Tangente N1	-	L / 250	-	L / 250	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
✓	Aprov. de resistencia: 12.21 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			
✓	Aprov. de flecha: 6.80 %					

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N23 / N76  
 Perfil: IPE 450  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N23	N76	5.300	0.000	411.06	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.70	1.40	0.28	1.00	
$L_k^{(2)}$	3.699	7.399	1.500	5.300	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.900	1.000	1.000	
$C_1^{(4)}$	-		1.000		
Notación:					
<sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$					
<b>Grupo de flecha: G18</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$
Plano xy	Tangente N1	-	L / 250	-	L / 250
Plano xz	Tangente N1	-	L / 250	-	L / 250
Notación:					
<sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coeficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 11.67 %		Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 6.58 %				

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia  
 El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.  
 Aprovechamiento: 39.62 %

Barra pésima en lateral

Perfil: IPE 100  
 Material: S275

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	0.000, 5.000, 0.750	0.000, 0.000, 0.750	5.000	10.30	171.00	15.90	1.20
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta$	0.00	1.00	0.00	0.00			
L <sub>K</sub>	0.000	5.000	0.000	0.000			
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000			
C <sub>1</sub>	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM, M <sub>z</sub>	NM, M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>
pésima en lateral	N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(2)</sup>	N <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 39,6$	M <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0 m $\eta = 7,9$	V <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(5)</sup>	x: 0 m $\eta < 0,1$	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	M <sub>Ed</sub> = 0,00 N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	CUMPLE h = 39,6
Notación: 1: Limitación de esbeltez λ <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM, M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM, M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(7)</sup> No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(8)</sup> No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(9)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(10)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

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

Se debe satisfacer:

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

21.61 ≤ 246.60 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 88.60 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 4.10 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$  : 3.63 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$  : 3.14 cm<sup>2</sup>

$k$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.396 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(270°) H1.

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

$M_{Ed}^+$  : 4.09 kN·m

Para flexión negativa:

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

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 10.32 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 39.40 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Producido por una versión no profesional de CYPE

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

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.079} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{4.92} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{62.00} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{4.10} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{100.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.10} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

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

$$21.61 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{21.61}$$

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

$l_{\max}$ : 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 (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 (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  $V_{c,Rd}$ .

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

$$4.92 \text{ kN} \leq 31.00 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.000, 5.000, 0.750, para la combinación de acciones  $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ)$  H1.

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

$V_{Ed}$  : 4.92 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 62.00 kN

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

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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

**Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)**

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

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

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

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)**

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

Producido por una versión no profesional de CYPE

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 95.37 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 40.000, 0.750

Coordenadas del nudo final: 0.000, 35.000, 0.750

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis  $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot V(90^\circ)$  H1 a una distancia 2.500 m del origen en el primer vano de la correa.

( $I_y = 171 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 16 \text{ cm}^4$ )

Barra N29/N30

Perfil: IPE 450 Material: Acero (S275)						
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N29	N30	13.086	98.80	33740.00	1676.00
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta$	0.00	1.99	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>	0.000	26.000	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>	1.000	0.900	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_w$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N29/N30	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0.227 m $\eta = 1.4$	x: 0.227 m $\eta = 9.9$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	x: 0.227 m $\eta = 1.9$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(3)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(4)</sup>	x: 0.227 m $\eta = 10.4$	$\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	CUMPLE h = 10.4
Notación: 1: Limitación de esbeltez 1 <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N: Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. <sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(4)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(5)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(6)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

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

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

$\bar{\lambda} : \underline{\quad 1.58 \quad}$  ✓

Donde:

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

Clase : 4

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$A_{ef} : \underline{93.67} \text{ cm}^2$

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

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

$N_{cr}$ : Axil crítico de pandeo elástico.

$N_{cr} : \underline{1034.47} \text{ kN}$

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.

$N_{cr,y} : \underline{1034.47} \text{ kN}$

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

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

$N_{cr,z} : \underline{\infty}$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T} : \underline{\infty}$

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

Donde:

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

$I_y : \underline{33740.00} \text{ cm}^4$

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

$I_z : \underline{1676.00} \text{ cm}^4$

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t : \underline{66.90} \text{ cm}^4$

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w : \underline{791000.00} \text{ cm}^6$

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.

$L_{ky} : \underline{26.000} \text{ m}$

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

$L_{kz} : \underline{0.000} \text{ m}$

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

$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$

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

$i_0 : \underline{18.93} \text{ cm}$

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

Siendo:

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

$i_y : \underline{18.48} \text{ cm}$

$i_z : \underline{4.12} \text{ cm}$

$y_0, z_0$ : 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** (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

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

44.77 ≤ 273.56 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 420.80 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 9.40 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$  : 39.56 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$  : 27.74 cm<sup>2</sup>

$k$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.005 ✓

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

$\eta$  : 0.014 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.227 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$N_{c,Ed}$  : 11.77 kN

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

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

$N_{c,Rd}$  : 2453.21 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.

Clase : 4

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$A_{ef}$  : 93.67 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

$N_{b,Rd}$  : 837.44 kN

Donde:

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$A_{ef}$  : 93.67 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

Producido por una versión no profesional de CYPE

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

Siendo:

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

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$c_y : \underline{0.34}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{1.89}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.21}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.58}$$

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

$$N_{cr} : \underline{1034.47} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{1034.47} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{\infty}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

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 0.227 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{44.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{445.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{1702.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.227 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{12.15} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{639.62} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{42.30} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{450.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.40} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

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

$$44.77 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{44.77}$$

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

$l_{\max}$ : 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 (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 (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  $V_{c,Rd}$ .

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

$$12.15 \text{ kN} \leq 319.81 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{12.15} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{639.62} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad h : \underline{0.104} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.104} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.059} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.227 m del nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{11.77} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{44.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2587.62} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{445.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{72.29} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{98.80} \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : \underline{1702.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{276.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$ ,  $C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{0.90}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{0.33}$$

$$c_z : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y$ ,  $\bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.62}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$$

$a_y$ ,  $a_z$ : 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 (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.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$12.15 \text{ kN} \leq 319.81 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{12.15}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{639.62}{\quad} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

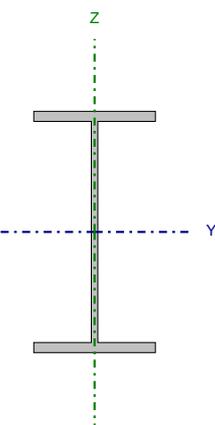
### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N59/N65

Perfil: IPE 220 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N59	N65	5.300	33.40	2772.00	205.00	9.07
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$		0.70	1.19	0.00	0.00		
L <sub>K</sub>		3.710	6.300	0.000	0.000		
C <sub>m</sub>		1.000	0.550	1.000	1.000		
C <sub>1</sub>		-		1.000			
Notación: b: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico							

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w, max}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	V <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	M <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>z</sub> V <sub>y</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub>	M <sub>t</sub> V <sub>z</sub>		M <sub>t</sub> V <sub>y</sub>
N59/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{w, max} \leq \lambda_{w, max}$ Cumple	N <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(1)</sup>	x: 0 m $\eta = 2.5$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 5.3 m $\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	V <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(2)</sup>	$\eta < 0.1$	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m $\eta = 3.0$	$\eta < 0.1$	M <sub>Ed</sub> = 0.00 N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	CUMPLE h = 3.0
Notación: I <sub>w</sub> : Limitación de esbeltez I <sub>w</sub> : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N <sub>t</sub> : Resistencia a tracción N <sub>c</sub> : Resistencia a compresión M <sub>y</sub> : Resistencia a flexión eje Y M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión eje Z V <sub>z</sub> : Resistencia a corte Z V <sub>y</sub> : Resistencia a corte Y M <sub>y</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> : Resistencia a flexión y axil combinados NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M <sub>t</sub> : Resistencia a torsión M <sub>t</sub> V <sub>z</sub> : Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M <sub>t</sub> V <sub>y</sub> : Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede																
Comprobaciones que no proceden (N.P.): <sup>(1)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. <sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. <sup>(3)</sup> No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. <sup>(4)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. <sup>(5)</sup> No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																

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

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

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

$\bar{\lambda} : \underline{\quad 1.72 \quad}$  ✓

Donde:

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

Clase : 2

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

A : 33.40 cm<sup>2</sup>

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$N_{cr}$ : Axil crítico de pandeo elástico.

$N_{cr}$  : 308.69 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.

$N_{cr,y}$  : 1447.54 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.

$N_{cr,z}$  : 308.69 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$  :  $\infty$

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

Donde:

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

$I_y$  : 2772.00 cm<sup>4</sup>

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

$I_z$  : 205.00 cm<sup>4</sup>

$I_t$ : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t$  : 9.07 cm<sup>4</sup>

$I_w$ : Constante de alabeo de la sección.

$I_w$  : 22700.00 cm<sup>6</sup>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.

G : 81000 MPa

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

$L_{ky}$  : 6.300 m

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

$L_{kz}$  : 3.710 m

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

$L_{kt}$  : 0.000 m

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

$i_0$  : 9.44 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.

$i_y$  : 9.11 cm

$i_z$  : 2.48 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.

$y_0$  : 0.00 mm

$z_0$  : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

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

34.17 ≤ 248.36 ✓

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 201.60 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 5.90 mm

$A_w$ : Área del alma.

$A_w$  : 11.89 cm<sup>2</sup>

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

$A_{fc,ef}$  : 10.12 cm<sup>2</sup>

$k$ : 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** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.007 ✓

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

$\eta$  : 0.025 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$N_{c,Ed}$  : 5.93 kN

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

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

$N_{c,Rd}$  : 874.76 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.

Clase : 2

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

$A$  : 33.40 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : 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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

$N_{b,Rd}$  : 237.26 kN

Donde:

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

$A$  : 33.40 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

Producido por una versión no profesional de CYPE

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

Siendo:

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

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

c: Coeficiente de reducción por pandeo.

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

$$c_y : \underline{0.80}$$

$$c_z : \underline{0.27}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{0.88}$$

$$f_z : \underline{2.25}$$

a: Coeficiente de imperfección elástica.

$$a_y : \underline{0.21}$$

$$a_z : \underline{0.34}$$

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

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.80}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.72}$$

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

$$N_{cr} : \underline{308.69} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,y} : \underline{1447.54} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,z} : \underline{308.69} \text{ kN}$$

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

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.014} \checkmark$$

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 el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35-PP.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

$$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$h < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

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 el nudo N65, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$M_{Ed}^-$ : 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:

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

$$M_{c,Rd} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

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

$$h : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35-PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.12} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{196.27} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.98} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

$$h : \underline{220.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{5.90} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : 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)

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

$\gamma_{M0}$ : 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:

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

$$34.17 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{34.17}$$

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

$l_{\max}$ : 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 (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 (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  $V_{c,Rd}$ .

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

$$0.12 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.12} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{196.27} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad h : \underline{0.021} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad h : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N59, para la combinación de acciones 1.35·PP.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{5.93} \text{ kN}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{1.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
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 : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{874.76} \text{ kN}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{74.64} \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{15.22} \text{ kN}\cdot\text{m}$

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

A: Área de la sección bruta.	$A : \underline{33.40} \text{ cm}^2$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$ : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{285.00} \text{ cm}^3$ $W_{pl,z} : \underline{58.10} \text{ cm}^3$
$f_{yd}$ : 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)	$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$
$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}} \quad k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}} \quad k_z : \underline{1.04}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$ : Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y} : \underline{0.55}$
$C_{m,z} : \underline{1.00}$

$c_y, c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$c_y : \underline{0.80}$
$c_z : \underline{0.27}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$ : Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y : \underline{0.80}$
$\bar{\lambda}_z : \underline{1.72}$

$a_y, a_z$ : Factores dependientes de la clase de la sección.

$a_y : \underline{0.60}$
$a_z : \underline{0.60}$

Producido por una versión no profesional de CYPE

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$0.12 \text{ kN} \leq 98.14 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \frac{0.12}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{196.27}{\quad} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

Barra N9 / N57  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
	Inicial	Final			
	N9	N57	8.235	0.000	56.43
	Pandeo				
		Pandeo		Pandeo lateral	
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.
	$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000
	Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)				
	Grupo de flecha: G84				
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	-	-	-
Plano xz	Secante	-	-	-	-
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen	Extremo		
	Plano xy	0.000	0.000		
	Plano xz	0.000	0.000		
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 0.00 %		Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
i	Aprov. de flecha: No se han definido límites				

Producido por una versión no profesional de CYPE

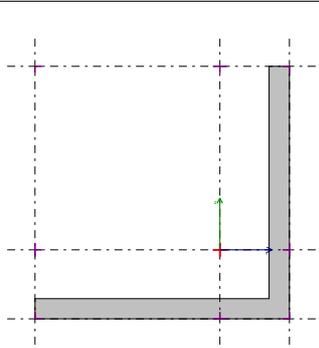
Barra N4 / N80  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N4	N80	8.235	0.000	56.43	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)					
<b>Grupo de flecha: G87</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	-	-	-
Plano xz	Secante	-	-	-	-
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen	Extremo		
Plano xy		0.000	0.000		
Plano xz		0.000	0.000		
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
	Aprov. de resistencia: 0.00 %			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego	
	Aprov. de flecha: No se han definido límites				

Barra N80 / N5  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)

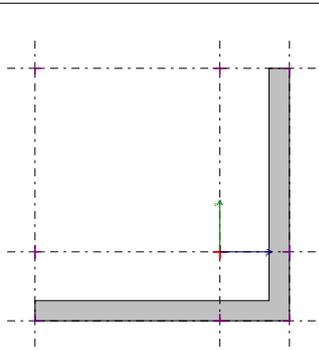
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N80	N5	-	8.177	0.058	0.000	56.43
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00		
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)						
Grupo de flecha: G86						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		0.000		0.000		
Plano xz		0.000		0.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
 Aprov. de resistencia: 0.00 %  Aprov. de flecha: No se han definido límites			 Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N57 / N10  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)



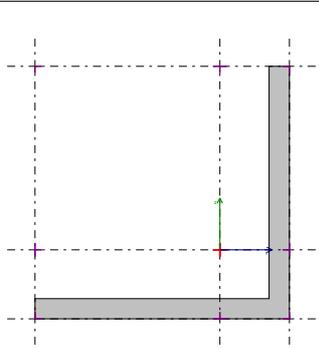
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N57	N10	-	8.177	0.058	0.000	56.43
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00		
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)						
Grupo de flecha: G83						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		0.000		0.000		
Plano xz		0.000		0.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 0.00 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N56 / N10  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N56	N10	-	8.177	0.058	0.000	56.43
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)						
Grupo de flecha: G99						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		0.000		0.000		
Plano xz		0.000		0.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 0.00 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N83 / N5  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N83	N5	-	8.177	0.058	0.000	56.43
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)						
Grupo de flecha: G102						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		0.000		0.000		
Plano xz		0.000		0.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 0.10 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

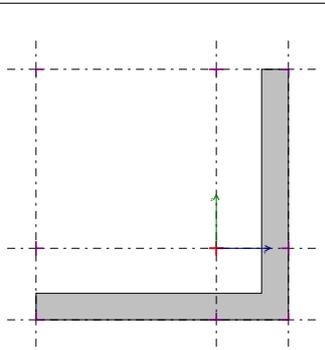
Barra N2 / N83  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)

Nudos	Longitud (m)		Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
	Inicial	Final			
N2	N83	8.235	0.000	56.43	
Pandeo					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)					
Grupo de flecha: G103					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	-	-	-
Plano xz	Secante	-	-	-	-
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen	Extremo		
Plano xy		0.000	0.000		
Plano xz		0.000	0.000		
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
	Aprov. de resistencia: 0.00 %			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego	
	Aprov. de flecha: No se han definido límites				

Barra N7 / N56  
 Perfil: L 75 x 75 x 6  
 Material: Acero (S275)

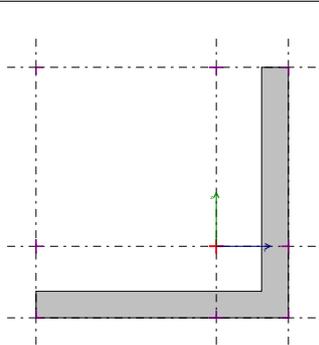
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N7	N56	8.235	0.000	56.43	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
Notación: (1) Coeficiente de pandeo (2) Longitud de pandeo (m)					
<b>Grupo de flecha: G100</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	-	-	-
Plano xz	Secante	-	-	-	-
Notación: (1) Flecha máxima absoluta (2) Flecha máxima relativa (3) Flecha activa absoluta (4) Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen	Extremo		
Plano xy		0.000	0.000		
Plano xz		0.000	0.000		
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
 Aprov. de resistencia: 0.00 %  Aprov. de flecha: No se han definido límites			 Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

Barra N64 / N9  
 Perfil: L 160 x 160 x 17  
 Material: Acero (S275)



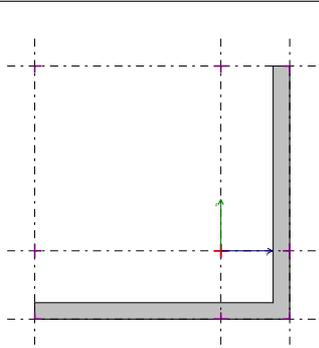
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N64	N9	0.155	5.308	-	0.000	222.13
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	5.463	5.463	0.000	0.000		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G110						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen	Extremo			
Plano xy		1.000	1.000			
Plano xz		1.000	1.000			
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 4.39 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N73 / N4  
 Perfil: L 160 x 160 x 17  
 Material: Acero (S275)



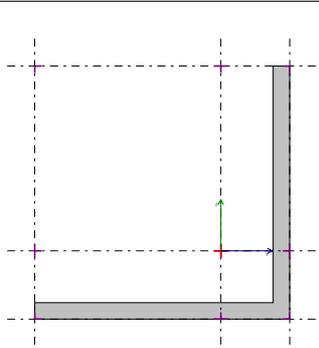
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N73	N4	0.155	5.308	-	0.000	222.13
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	5.463	5.463	0.000	0.000		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G111						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen	Extremo			
Plano xy		1.000	1.000			
Plano xz		1.000	1.000			
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 3.52 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N3 / N73  
 Perfil: L 200 x 200 x 13  
 Material: Acero (S275)



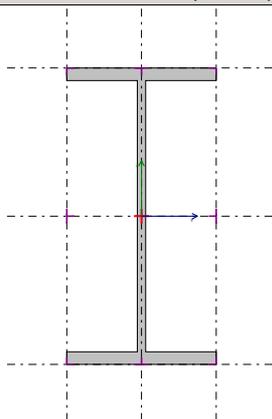
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N3	N73	0.161	7.076	0.049	0.000	289.99
<b>Pandeo</b>						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
	$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00	
	$L_k$ <sup>(2)</sup>	7.286	7.286	0.000	0.000	
	$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
<b>Grupo de flecha: G113</b>						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
	Plano xy	Secante	-	-	-	
	Plano xz	Secante	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
<b>Coefficientes de empotramiento</b>						
		Origen		Extremo		
	Plano xy	1.000		1.000		
	Plano xz	1.000		1.000		
<b>Comprobación</b>						
Temperatura ambiente				Situación de incendio		
	Aprov. de resistencia: 7.66 %			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
	Aprov. de flecha: No se han definido límites					

Barra N8 / N64  
 Perfil: L 200 x 200 x 13  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N8	N64	-	7.217	0.069	0.000	289.99
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	7.286	7.286	0.000	0.000		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G112						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen	Extremo			
Plano xy		1.000	1.000			
Plano xz		1.000	1.000			
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 11.21 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N4 / N57  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final			
N4	N57	6.543	0.000	146.39

Pandeo				
	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.
$\beta^{(1)}$	0.00	1.00	0.23	1.00
$L_k^{(2)}$	0.000	6.543	1.500	6.543
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000
$C_1^{(4)}$	-		1.000	

Notación:

- <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo
- <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m)
- <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos
- <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico  $C_1$

Grupo de flecha: G4					
	Tipo	Límites de flecha			
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300

Notación:

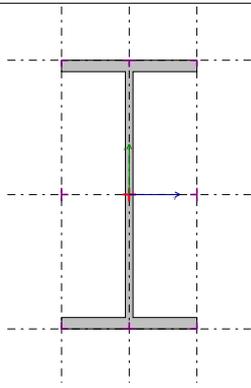
- <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta
- <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa
- <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta
- <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa

Coeficientes de empotramiento		
	Origen	Extremo
Plano xy	1.000	1.000
Plano xz	1.000	1.000

Comprobación	
Temperatura ambiente	Situación de incendio
<p>✓ Aprov. de resistencia: 7.95 %</p> <p>✓ Aprov. de flecha: 2.92 %</p>	<p>⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego</p>

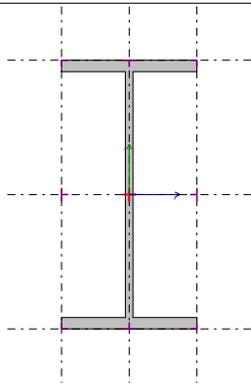
Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N57 / N5  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



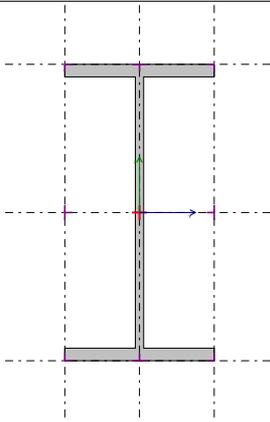
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N57	N5	-	6.497	0.046	0.000	146.39
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	0.00	1.00	0.23	1.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	0.000	6.543	1.500	6.543		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.950	1.000	1.000		
$C_1$ <sup>(4)</sup>	-		1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$						
Grupo de flecha: G4						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
✓ Aprov. de resistencia: 8.00 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			
✓ Aprov. de flecha: 1.03 %						

Barra N56 / N5  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo			
N56	N5	-	6.497	0.046	0.000	146.39	
Pandeo							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta$ <sup>(1)</sup>	0.00	1.00	0.23	1.00			
$L_k$ <sup>(2)</sup>	0.000	6.543	1.500	6.543			
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.950	1.000	1.000			
$C_1$ <sup>(4)</sup>	-		1.000				
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$							
Grupo de flecha: G3							
	Tipo	Límites de flecha					
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>		
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa							
Coeficientes de empotramiento							
		Origen		Extremo			
Plano xy		1.000		1.000			
Plano xz		1.000		1.000			
Comprobación							
Temperatura ambiente			Situación de incendio				
✓ Aprov. de resistencia: 7.86 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego				
✓ Aprov. de flecha: 1.32 %							

Barra N2 / N56  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N2	N56	6.543	0.000	146.39	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	1.00	0.23	1.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	6.543	1.500	6.543	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000	
$C_1^{(4)}$	-		1.000		
Notación:					
<sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$					
<b>Grupo de flecha: G3</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación:					
<sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coeficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 7.91 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 3.04 %				

Barra N63 / N64  
 Perfil: # 100x11.73  
 Material: Acero ( S235 )

	Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
	Inicial	Final			
	N63	N64	6.500	0.000	76.22
	Pandeo				
		Pandeo		Pandeo lateral	
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.
	$\beta^{(1)}$	1.00	1.00	0.00	0.00
	$L_k^{(2)}$	6.500	6.500	0.000	0.000
	$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000
	Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos				
Grupo de flecha: G128					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 7.74 %		Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 9.87 %				

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N65 / N63  
 Perfil: #90.3  
 Material: Acero ( S235 )

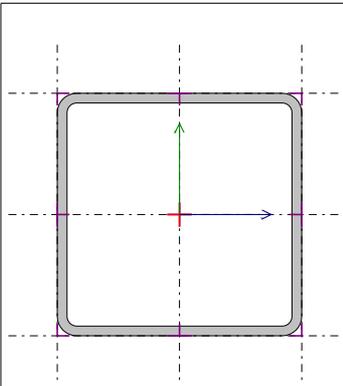
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N65	N63	6.500	0.000	52.06	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	1.00	1.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	6.500	6.500	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G127</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 7.36 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 31.65 %				

Barra N62 / N65  
 Perfil: #90.3  
 Material: Acero ( S235 )

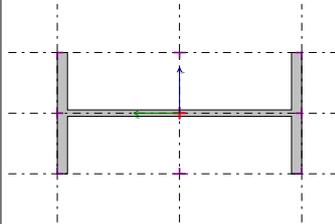
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N62	N65	6.500	0.000	52.06	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	1.00	1.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	6.500	6.500	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G126</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente		Situación de incendio			
✓	Aprov. de resistencia: 7.36 %	⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			
✓	Aprov. de flecha: 31.65 %				

Barra N61 / N62  
 Perfil: # 100x11.73  
 Material: Acero ( S235 )

Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N61	N62	6.500	0.000	76.22	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	1.00	1.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	6.500	6.500	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G125</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 6.64 %		 Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 26.08 %				



Barra N60 / N63  
 Perfil: IPE 220  
 Material: Acero (S275)

	Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
	Inicial	Final			
		N60	N63	5.300	90.000
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.70	1.19	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	3.710	6.300	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	0.550	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G50</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 2.80 %		 Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 1.03 %				

Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N63 / N57  
 Perfil: IPE 220  
 Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo			
N63	N57	-	2.849	0.101	90.000	77.35	
Pandeo							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	2.14	0.00	0.00			
$L_k$ <sup>(2)</sup>	2.950	6.300	0.000	0.000			
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.550	1.000	1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos							
Grupo de flecha: G50							
	Tipo	Límites de flecha					
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>		
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa							
Coeficientes de empotramiento							
		Origen		Extremo			
Plano xy		1.000		1.000			
Plano xz		1.000		1.000			
Comprobación							
Temperatura ambiente			Situación de incendio				
✓	Aprov. de resistencia: 1.12 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego				
✓	Aprov. de flecha: 0.82 %						

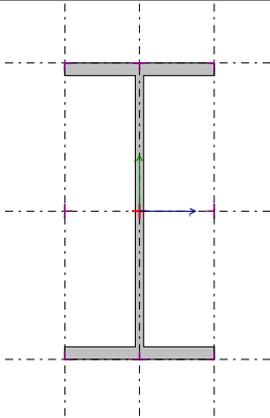
Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N3 / N64							
Perfil: IPE 220							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
	Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
	N3	N64	0.213	5.087	-	90.000	138.96
	Pandeo						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
	$\beta^{(1)}$	0.70	0.70	0.28	1.00		
	$L_k^{(2)}$	3.710	3.710	1.500	5.300		
	$C_m^{(3)}$	1.000	0.550	1.000	1.000		
	$C_1^{(4)}$	-		1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$							
Grupo de flecha: G2							
	Tipo	Límites de flecha					
		$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$		
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa							
Coeficientes de empotramiento							
		Origen		Extremo			
Plano xy		1.000		1.000			
Plano xz		1.000		1.000			
Comprobación							
Temperatura ambiente			Situación de incendio				
✓	Aprov. de resistencia: 3.00 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego				
✓	Aprov. de flecha: 0.13 %						

Barra N64 / N4						
Perfil: IPE 220						
Material: Acero (S275)						

Nudos	Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
	Inicial	Final	Indeformable origen			Deformable
N64	N4	-	2.099	0.101	90.000	57.68
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral		Ala sup.	Ala inf.
	Plano xy	Plano xz				
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00			0.68	1.00
$L_k$ <sup>(2)</sup>	2.200	2.200			1.500	2.200
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.550			1.000	1.000
$C_1$ <sup>(4)</sup>	-				1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos <sup>(4)</sup> Factor de modificación para el momento crítico $C_1$						
Grupo de flecha: G2						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
✓ Aprov. de resistencia: 0.78 % ✓ Aprov. de flecha: 0.12 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

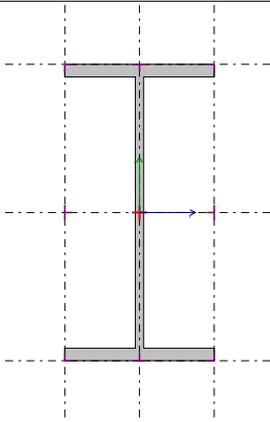
Barra N9 / N14  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N9	N14	5.000	0.000	111.86	
Pandeo					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
Grupo de flecha: G68					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓ Aprov. de resistencia: 1.65 % ✓ Aprov. de flecha: 2.68 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

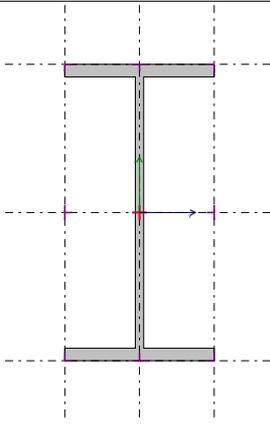
Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N14 / N19  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



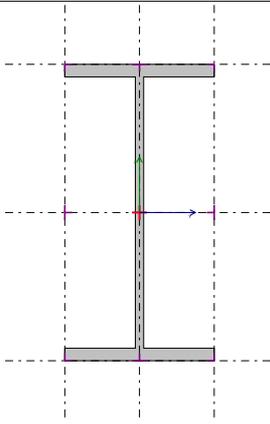
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N14	N19	5.000	0.000	111.86	
Pandeo					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
Grupo de flecha: G69					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓ Aprov. de resistencia: 1.66 % ✓ Aprov. de flecha: 2.68 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

Barra N19 / N24  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



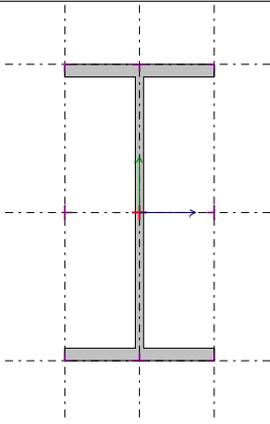
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N19	N24	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G70</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N24 / N29  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



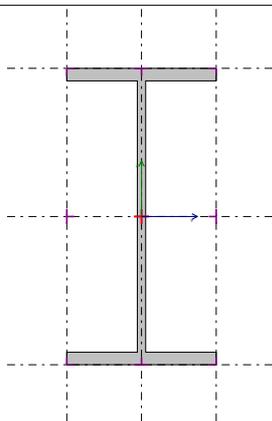
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N24	N29	5.000	0.000	111.86	
Pandeo					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
Grupo de flecha: G71					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓ Aprov. de resistencia: 1.66 % ✓ Aprov. de flecha: 2.68 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

Barra N29 / N34  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



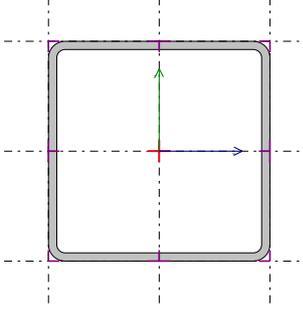
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N29	N34	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G72</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N34 / N39  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N34	N39	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G73</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

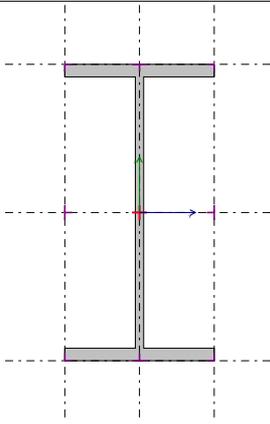
Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N39 / N44 Perfil: #80.3 Material: Acero ( S235 )							
	Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
	Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
	N39	N44	0.283	4.433	0.284		
Pandeo							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta^{(1)}$	1.00	1.00	0.00	0.00			
$L_k^{(2)}$	5.000	5.000	0.000	0.000			
$C_m^{(3)}$	1.000	0.950	1.000	1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos							
Grupo de flecha: G74							
	Tipo	Límites de flecha					
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>		
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa							
Coeficientes de empotramiento							
		Origen		Extremo			
Plano xy		1.000		1.000			
Plano xz		1.000		1.000			
Comprobación							
Temperatura ambiente			Situación de incendio				
✓ Aprov. de resistencia: 6.60 % ✓ Aprov. de flecha: 12.86 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego				

Barra N55 / N79 Perfil: #80.3 Material: Acero ( S235 )						
--------------------------------------------------------------	--	--	--	--	--	--

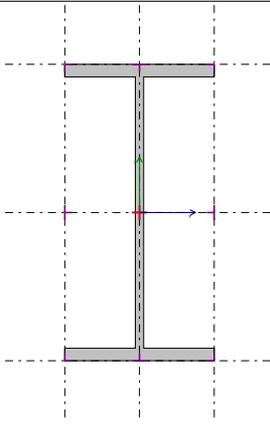
Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N55	N79	0.201	4.597	0.202	0.000	35.34
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	5.000	5.000	0.000	0.000		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.950	1.000	1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G81						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
✓ Aprov. de resistencia: 5.05 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			
✓ Aprov. de flecha: 14.33 %						

Barra N78 / N79  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



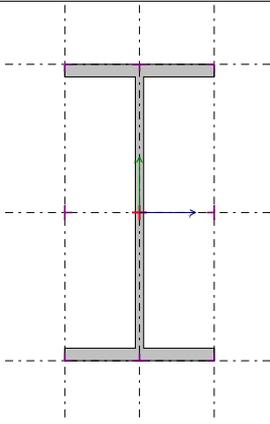
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N78	N79	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G80</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.73 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N34 / N39  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



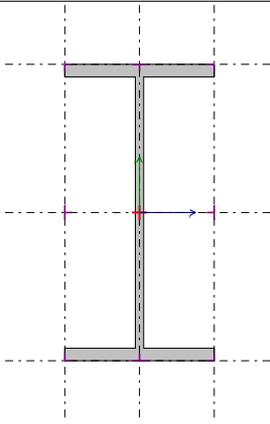
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N34	N39	5.000	0.000	111.86	
Pandeo					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
Grupo de flecha: G73					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
Coeficientes de empotramiento					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
Comprobación					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓ Aprov. de resistencia: 1.66 % ✓ Aprov. de flecha: 2.68 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

Barra N29 / N34  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



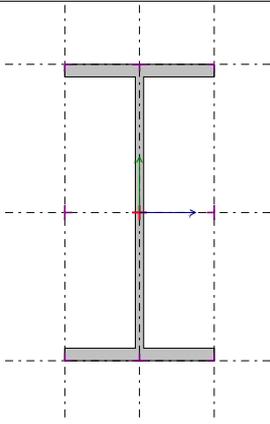
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N29	N34	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G72</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N77 / N78  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



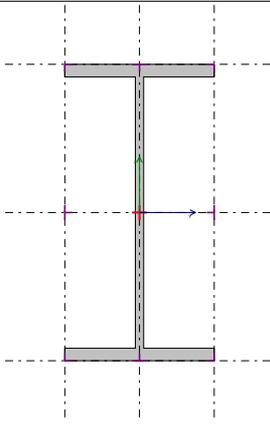
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N77	N78	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G79</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N76 / N77  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N76	N77	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G78</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N24 / N29  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)

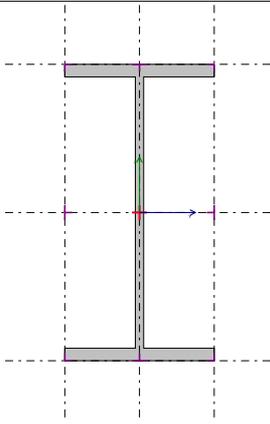


Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N24	N29	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G71</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N19 / N24  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)

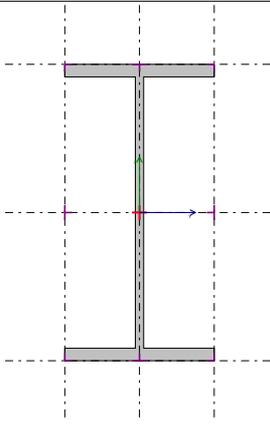
	Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
	Inicial	Final				
	N19	N24	5.000	0.000	111.86	
	Pandeo					
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
	$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
	$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
	$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
	Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
Grupo de flecha: G70						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
✓ Aprov. de resistencia: 1.66 % ✓ Aprov. de flecha: 2.68 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

Barra N75 / N76  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



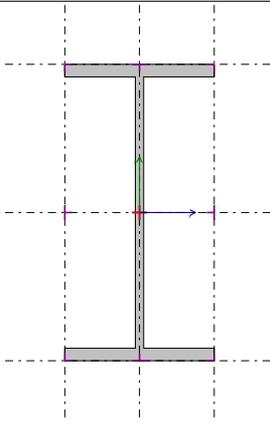
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N75	N76	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G77</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N74 / N75  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



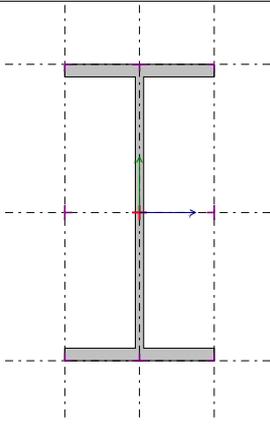
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N74	N75	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G76</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente		Situación de incendio			
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %	⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N14 / N19  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



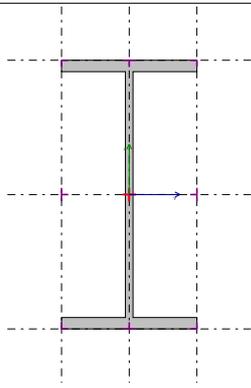
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N14	N19	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G69</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.66 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N9 / N14  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



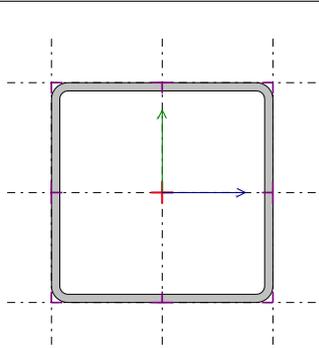
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N9	N14	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G68</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.65 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N73 / N74  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N73	N74	-	4.905	0.095	0.000	111.86
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta$ <sup>(1)</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00		
$L_k$ <sup>(2)</sup>	0.000	0.000	0.000	0.000		
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	1.000	1.000	1.000		
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G122						
	Tipo	Límites de flecha				
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente				Situación de incendio		
Aprov. de resistencia: 2.58 % Aprov. de flecha: No se han definido límites				Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		

Barra N64 / N73  
 Perfil: #80.3  
 Material: Acero ( S235 )

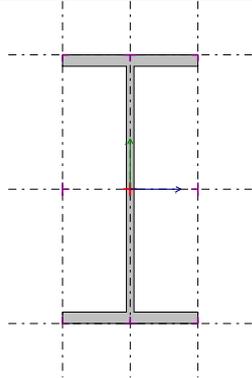


Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo			
N64	N73	0.201	4.598	0.201	0.000	35.34	
Pandeo							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta$ <sup>(1)</sup>	1.00	1.00	0.00	0.00			
$L_k$ <sup>(2)</sup>	5.000	5.000	0.000	0.000			
$C_m$ <sup>(3)</sup>	1.000	0.950	1.000	1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos							
Grupo de flecha: G75							
	Tipo	Límites de flecha					
		$f_{ma}$ <sup>(1)</sup>	$f_{mr}$ <sup>(2)</sup>	$f_{aa}$ <sup>(3)</sup>	$f_{ar}$ <sup>(4)</sup>		
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa							
Coeficientes de empotramiento							
		Origen		Extremo			
Plano xy		1.000		1.000			
Plano xz		1.000		1.000			
Comprobación							
Temperatura ambiente			Situación de incendio				
✓ Aprov. de resistencia: 5.04 %			⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego				
✓ Aprov. de flecha: 14.34 %							

Barra N4 / N9  
 Perfil: #80.3  
 Material: Acero ( S235 )

		Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
		Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
		N4	N9	0.284	4.432	0.284	0.000	35.34
<b>Pandeo</b>								
		Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.			
$\beta^{(1)}$		1.00	1.00	0.00	0.00			
$L_k^{(2)}$		5.000	5.000	0.000	0.000			
$C_m^{(3)}$		1.000	0.950	1.000	1.000			
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos								
<b>Grupo de flecha: G67</b>								
		Tipo	Límites de flecha					
			$f_{ma}^{(1)}$	$f_{mr}^{(2)}$	$f_{aa}^{(3)}$	$f_{ar}^{(4)}$		
Plano xy		Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Plano xz		Secante	-	L / 300	-	L / 300		
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa								
<b>Coefficientes de empotramiento</b>								
			Origen	Extremo				
Plano xy			1.000	1.000				
Plano xz			1.000	1.000				
<b>Comprobación</b>								
		Temperatura ambiente	Situación de incendio					
✓		Aprov. de resistencia: 6.18 %	⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego					
✓		Aprov. de flecha: 12.85 %						

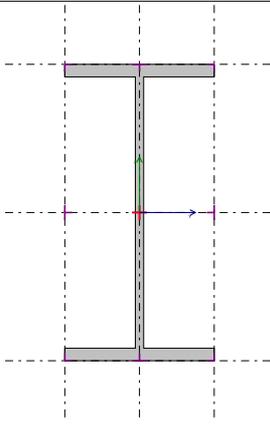
Barra N73 / N74  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)			Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)
Inicial	Final	Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo		
N73	N74	-	4.905	0.095	0.000	111.86
Pandeo						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.		
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos						
Grupo de flecha: G122						
	Tipo	Límites de flecha				
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>	
Plano xy	Secante	-	-	-	-	
Plano xz	Secante	-	-	-	-	
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa						
Coeficientes de empotramiento						
		Origen		Extremo		
Plano xy		1.000		1.000		
Plano xz		1.000		1.000		
Comprobación						
Temperatura ambiente			Situación de incendio			
Aprov. de resistencia: 2.58 % Aprov. de flecha: No se han definido límites			Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego			

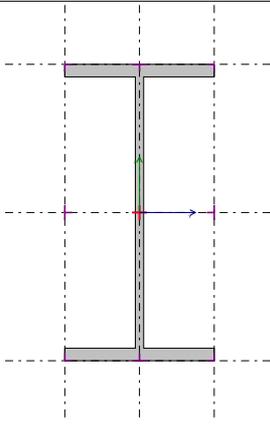
Producido por una versión no profesional de CYPE

Barra N74 / N75  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



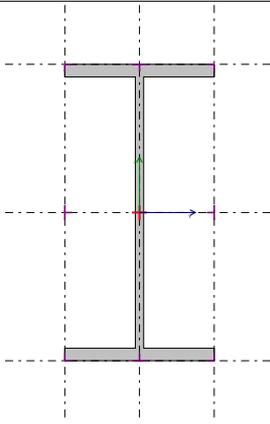
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N74	N75	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G76</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N75 / N76  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



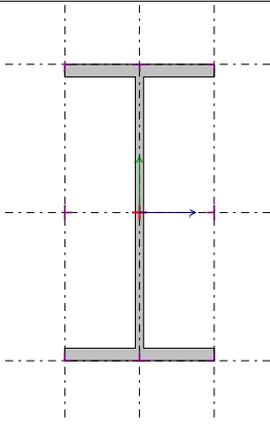
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N75	N76	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G77</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
	Plano xy	1.000		1.000	
	Plano xz	1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N76 / N77  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



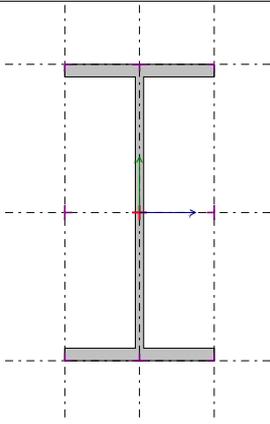
Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N76	N77	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G78</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N77 / N78  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N77	N78	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G79</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.72 %		⚠ Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				

Barra N78 / N79  
 Perfil: IPE 200  
 Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Ángulo de giro (grados)	Peso teórico (kp)	
Inicial	Final				
N78	N79	5.000	0.000	111.86	
<b>Pandeo</b>					
	Pandeo		Pandeo lateral		
	Plano xy	Plano xz	Ala sup.	Ala inf.	
$\beta^{(1)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	
$L_k^{(2)}$	0.000	0.000	0.000	0.000	
$C_m^{(3)}$	1.000	1.000	1.000	1.000	
Notación: <sup>(1)</sup> Coeficiente de pandeo <sup>(2)</sup> Longitud de pandeo (m) <sup>(3)</sup> Coeficiente de momentos					
<b>Grupo de flecha: G80</b>					
	Tipo	Límites de flecha			
		fma <sup>(1)</sup>	fmr <sup>(2)</sup>	faa <sup>(3)</sup>	far <sup>(4)</sup>
Plano xy	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Plano xz	Secante	-	L / 300	-	L / 300
Notación: <sup>(1)</sup> Flecha máxima absoluta <sup>(2)</sup> Flecha máxima relativa <sup>(3)</sup> Flecha activa absoluta <sup>(4)</sup> Flecha activa relativa					
<b>Coefficientes de empotramiento</b>					
		Origen		Extremo	
Plano xy		1.000		1.000	
Plano xz		1.000		1.000	
<b>Comprobación</b>					
Temperatura ambiente			Situación de incendio		
✓	Aprov. de resistencia: 1.73 %		 Se ha seleccionado no realizar la comprobación de resistencia al fuego		
✓	Aprov. de flecha: 2.68 %				



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN  
Y DE PROYECTOS DE INGENIERÍA CIVIL

# MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Uno de los objetivos que perseguimos en este trabajo es la viabilidad del proyecto, acercándonos lo máximo posible a la realidad, por lo que realizar un presupuesto es necesario y vital. Obviamente este presupuesto será aproximado, pues no podemos poner en juego todos los elementos que intervienen, pero sí que estudiaremos las partidas más importantes, entre las que se encuentran la estructura metálica (que la mediremos en kg de acero), el cerramiento lateral y de cubierta y otros elementos tales como puertas y ventanas para acercarnos así a un presupuesto real.

Realizaremos un conjunto de tablas con todos los precios descompuestos, así como un resumen del ratio obtenido y de todo el presupuesto en general.

Finalmente, para realizar un buen cálculo, debemos tener en cuenta otros factores como son los impuestos:

-13 % de Gastos Generales.

-6% Beneficio Industrial.

Estos se aplicarán sobre la suma total obtenida, a la que habrá que aplicarle finalmente el 21 % del IVA una vez hayamos tenido en cuenta estos dos impuestos.

## 1.1 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Una vez valorada la estructura metálica es el momento de dar un paso más y comenzar a valorar otros elementos tales como cerramientos, tanto los faldones como los cerramientos laterales, y otros temas de carpintería: ventanas, puertas, vallado, etc.

Este apartado lo dividiremos en capítulos. Antes de nada decir que todos los datos han sido extraídos del programa Arquímedes, al cual se puede acceder a través de la aplicación CYPE 3D. Los datos obtenidos han sido:

### MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Importe: **1800 €** = 2500 m<sup>2</sup> x 0,72 €/m<sup>2</sup>.

-Excavación en suelos con, medios naturales, hasta alcanzar las cotas de profundidad indicadas en el trabajo, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero específico. Se incluye en esta excavación los 10 cm de profundidad necesaria para verter el hormigón de limpieza en cada una de las zanjas y pozos.

Importe: **25679,808 €** = 540.4 m<sup>3</sup> x 47.52 €/m<sup>3</sup>.

**IMPORTE TOTAL: 27479.808 €**

### CIMENTACIONES

- Hormigón armado HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm<sup>2</sup>., consistencia blanda, T<sub>máx.</sub> 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m<sup>3</sup>.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.

Importe: **14542,71 €** = 106,54 m<sup>3</sup> x 136.5 €/kg.

- Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.

Importe: **1419,66 €** = 198 m<sup>3</sup> x 7.17 €/m<sup>3</sup>.

- Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.

Importe: **10836,8 €** = 1040 m<sup>2</sup> x 10.42 €/m<sup>2</sup>.

**IMPORTE TOTAL: 26799.17€**

## ESTRUCTURA

-Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado

Importe: **71846,0281 €** = 34376,09 kg x 2.09 €/kg.

- Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.

Importe: **2652,3904 €** = 1036,09 kg x 2.56 €/kg

- Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.

Importe: **18777,312 €** = 607,68 kg x 30.9 €/kg

**IMPORTE TOTAL: 93275,73€**

## ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

- Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal.

Importe: **8957,52 €** = 396 m<sup>2</sup> x 22.62 €/m<sup>2</sup>.

- Cubierta inclinada de panel sándwich lacado+aislante+galvanizado, de 30 mm de espesor, con una pendiente mayor del 10%.

Importe: **44012,8 €** = 1040 m<sup>2</sup> x 42.32 €/m<sup>2</sup>

- Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 600 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m<sup>3</sup>, con sistema de fijación oculto.

Importe: **44392,29 €** = 633 m<sup>2</sup> x 70.13 €/m<sup>2</sup>

- Puerta enrollable para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, 400x250 cm, panel mixto con lamas perforadas con metacrilato, acabado blanco, apertura manual.

Importe: **2602,52 €** = 1 ud x 2602,52 €/ud

- Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.

Importe: **1147,08 €** = 132 m x 8.69 €/m.

-Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incolora y 6 mm de espesor.

Importe: **2851,4 €** = 10 ud x 285.14 €/ud

- Puerta abatible/pivotante de una hoja para garaje, 200x200 cm, formada por panel liso acanalado de chapa plegada de acero galvanizado, acabado galvanizado sendzimir, apertura manual.

Importe: **859,85 €** = 1 ud x 859,85 €/ud

- Cerramiento de parcela formado por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,00 m, acabado galvanizado y postes de perfil hueco de sección rectangular de 60x40x2 mm, atornillados al soporte.

Importe: **13212,05 €** = 222.5 m x 59.38 €/m

**IMPORTE TOTAL: 119778,7975 €**

Sumando todos estos datos obtenemos un IMPORTE TOTAL de 267333.506. Esto significa que obtenemos un ratio de 257.051 €/m<sup>2</sup>, teniendo en cuenta que nuestra nave tenía una ocupación de 1040 m<sup>2</sup>.



## 1.2 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

Capitulo	Ud	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
<b>1</b>		<b>Movimiento de tierras</b>			<b>27479,808</b>
1.1	m2	<b>Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.</b>	2500	0,72	1800
1.1.1	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m <sup>3</sup> .	0,015	40,13	0,6
1.1.2	h	Peón ordinario construcción.	0,006	15,92	0,1
1.1.3	%	Costes indirectos	3	0,71	0,02
1.2	m3	<b>EXCAVACIÓN DEL TERRENO</b> <b>Excavación en suelo con, medios naturales, hasta alcanzar las cotas de profundidad indicadas en el trabajo, retirada de los materiales excavados, carga a camión y transporte a vertedero específico. Se incluye en esta excavación los 10 cm de profundidad necesaria para verter el hormigón de limpieza en cada una de las zanjas y los pozos.</b>	540,4	47,52	25679,808
	h	Retroexcavadora hidráulica sobre neumáticos, de 115 kW.	0,383	48,42	18,54
	h	Peón ordinario construcción	0,253	15,92	4,03
	h	Compresor portátil eléctrico 5 m <sup>3</sup> /min de caudal.	0,32	6,88	2,2
	h	Martillo neumático	0,641	4,07	2,61
	h	Peón ordinario construcción	0,965	15,92	15,36
	h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 CV	0,096	40,09	3,85
	%	Costes indirectos	0,02	46,59	0,93



2		Cimentación	26799,17		
2.1	m3	<b>Hormigón armado HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.</b>	106,54	136,5	14542,71
	m3	Hormigón para armar HA-25/B/40/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según normas EHE.	1	62,5	62,5
	kg	Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.	40	1,85	74
2.2	m2	<b>Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.</b>	198	7,17	1419,66
	m3	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	0,105	64,27	6,75
	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,006	18,1	0,11
	h	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	0,006	16,94	0,1
	%	Costes indirectos	2	7,1	0,21
2.3	m3	<b>Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.</b>	1040	10,42	10836,8
	m3	Hormigón para armar HA-25/B/20/Ila, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 20 mm, ambiente humedad alta, de central, i/vertido, colocado y p.p. de vibrado regleado y curado en soleras. Según EHE.	0,1	65,68	6,57



m2	Malla electrosoldada en cuadrícula 15x15 cm. con acero corrugado de Ø 6 mm. B 500 T, de dimensiones 6x2,2 m. Totalmente colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según normas EF-96 y EHE.	1,25	3,08	3,85
----	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	------	------

3		ESTRUCTURA	93275,7305		
3.1	kg	<b>Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.</b>	34376,09	2,09	71846,0281
	h	Oficial 1ª Cerrajero	0,01	11,44	0,11
	h	Ayudante-Cerrajero	0,02	10,56	0,21
	kg	Acero laminado E 275(A 42b)	1,05	1,48	1,55
	kg	Minio electrolítico	0,01	9,44	0,09
	kg	Disolvente universal	0,01	6,44	0,06
	ud	Pequeño material	0,1	0,71	0,07
3.2	kg	<b>Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado y colocado en obra con tornillos.</b>	1036,09	2,56	2652,3904
	kg	Acero UNE-EN 10025 S235JRC, para correa formada por pieza simple, en perfiles conformados en frío de las series C o Z, galvanizado, incluso accesorios, tornillería y elementos de anclaje.	1	1,43	1,43
	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,03	18,1	0,54
	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,03	16,94	0,51
	%	Costes indirectos	3	2,53	0,08



<b>3.3</b>	<b>Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 250x250 mm y espesor 12 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 12 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.</b>	<b>607,68</b>	<b>30,9</b>	<b>18777,312</b>
kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfil plano laminado en caliente, para aplicaciones estructurales.	5,888	1,37	8,07
kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller y colocado en obra, diámetros varios.	1,775	0,91	1,62
ud	Juego de arandelas, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 12 mm de diámetro.	4	1,08	4,32
kg	Mortero autonivelante expansivo, de dos componentes, a base de cemento mejorado con resinas sintéticas.	3,75	0,95	3,56
l	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	0,294	8	2,35
h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,331	15,67	5,19
h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,331	14,7	4,87
%	Costes indirectos	3	30,58	0,92

<b>4</b>	<b>ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS</b>			<b>119778,7975</b>
----------	--------------------------------	--	--	--------------------

<b>4.1</b>	<b>m2</b>	<b>Cerramiento de fachada formado por placas alveolares de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, montaje horizontal.</b>	<b>396</b>	<b>22,62</b>	<b>8957,52</b>
	m2	Placa alveolar de hormigón pretensado, de 16 cm de espesor, 1,2 m de anchura y 9 m de longitud máxima, acabado en hormigón gris, para formación de cerramiento. Según UNE-EN 1168.	1	17,97	17,97



kg	Masilla caucho-asfáltica para sellado en frío de juntas de paneles prefabricados de hormigón.	0,07	1,96	0,14
h	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	0,032	66,84	2,14
h	Oficial 1ª montador de paneles prefabricados de hormigón.	0,05	17,82	0,89
h	Ayudante montador de paneles prefabricados de hormigón.	0,05	16,13	0,81
%	Costes indirectos	3	22,39	0,67

4.2	m2	<b>Cubierta inclinada de panel sándwich lacado+aislante+galvanizado, de 30 mm de espesor, con una pendiente mayor del 10%.</b>	1040	42,32	<b>44012,8</b>
-----	----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	-------	----------------



m2	Panel sándwich (lacado+aislante+galvanizado), espesor total 30 mm.	1,1	25,9	28,49
m2	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 250 mm.	0,3	3,78	1,13
m2	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 500 mm.	0,2	5,2	1,04
m2	Remate lateral de acero galvanizado, espesor 0,8 mm, desarrollo 750 mm.	0,15	7,09	1,06
Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x70 mm de acero inoxidable, con arandela.	3	0,5	1,5
h	Oficial 1ª construcción.	0,272	14,44	3,93
h	Ayudante construcción.	3	14,38	3,91
%	Costes indirectos		41,88	1,26

4,3

**Cerramiento de fachada formado por panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 600 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m<sup>3</sup>, con sistema de fijación oculto.**

633

70,13

44392,29



m2	Panel sándwich aislante para fachadas, de 50 mm de espesor y 600 mm de ancho, formado por dos paramentos, el exterior de chapa de aluminio de 0,8 mm de espesor y el interior de chapa de acero de 0,5 mm de espesor y alma aislante de poliuretano de densidad media 50 kg/m <sup>3</sup> , con junta diseñada para fijación con tornillos ocultos.	1	53	53
Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero inoxidable, con arandela.	8	0,8	6,4
m2	Junta de estanqueidad para chapas de acero.	2	0,9	1,8
h	Oficial 1 <sup>a</sup> montador.	0,222	16,18	3,59
h	Ayudante montador.	0,222	14,7	3,26
%	Costes indirectos	3	69,41	2,08

<b>4.4</b>	<b>m</b>	<b>Canalón de PVC, de 12,5 cm. de diámetro, fijado mediante gafas de sujeción al alero, totalmente equipado, incluso con p.p. de piezas especiales y remates finales de PVC, y piezas de conexión a bajantes, completamente instalado.</b>	132	8,69	1147,08
	h	Oficial 1 <sup>a</sup> Fontanero/Calefactor	0,25	11,44	2,86
	m	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	1,1	3,5	3,85
	ud	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	1	1,23	1,23
	ud	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	0,15	4,97	0,75



<b>4.5</b>	<b>Puerta enrollable para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, 400x250 cm, panel mixto con lamas perforadas con metacrilato, acabado blanco, apertura manual.</b>	<b>1</b>	<b>2602,52</b>	<b>2602,52</b>
ud	Puerta enrollable para garaje, de lamas de aluminio extrusionado, 400x250 cm, panel mixto con lamas perforadas con metacrilato, acabado blanco. Según UNE-EN 13241-1.	1	2457,69	2457,69
h	Oficial 1ª construcción.	0,604	17,24	10,41
h	Peón ordinario construcción.	0,604	15,92	9,62
h	Oficial 1ª cerrajero.	1,41	17,52	24,7
h	Ayudante cerrajero.	1,41	16,19	22,83
%	Costes indirectos	3	2575,76	77,27
<b>4.6</b>	<b>Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incolora y 6 mm de espesor.</b>	<b>10</b>	<b>285,14</b>	<b>2851,4</b>
m2	Repercusión por m <sup>2</sup> de lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m de la estructura autoportante formada por perfilera de aluminio extrusionada con aleación 6063 y tratamiento térmico T-5.	1	92,08	92,08
m2	Repercusión por m <sup>2</sup> de lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m de los elementos de remate, tornillería y piezas de anclaje del lucernario.	1	33,38	33,38
m2	Placa alveolar translúcida, de policarbonato celular, espesor 6 mm, incolora.	1,05	22,16	23,27
m2	Perfilera universal de aluminio, con gomas de neopreno, para cierres de juntas entre placas de policarbonato celular en lucernarios.	2	12,2	24,4
Ud	Material auxiliar para montaje de placas de policarbonato celular en lucernarios.	1,5	1,35	2,03
h	Oficial 1ª montador.	2,99	17,82	53,28
h	Ayudante montador.	2,99	16,13	48,23
%	Costes indirectos	3	282,2	8,47



<b>4.7</b>	<b>Ud</b>	<b>Puerta abatible/pivotante de una hoja para garaje, 200x200 cm, formada por panel liso acanalado de chapa plegada de acero galvanizado, acabado galvanizado sendzimir, apertura manual.</b>	<b>1</b>	<b>859,85</b>	<b>859,85</b>
	Ud	Puerta abatible/pivotante de una hoja para garaje, 200x200 cm, formada por panel liso acanalado de chapa plegada de acero galvanizado, acabado galvanizado sendzimir, con bastidor de perfiles de acero laminado en frío, soldados entre sí y garras para recibido a obra, incluso poste de acero cincado para agarre o fijación a obra. Según UNE-EN 13241-1.	1	809,97	809,97
	h	Oficial 1ª construcción.	0,218	17,24	3,76
	h	Peón ordinario construcción.	0,218	15,92	3,47
	h	Oficial 1ª cerrajero.	0,508	17,52	8,9
	h	Ayudante cerrajero.	0,508	16,19	8,22
	%	Costes indirectos	3	851,01	25,53
<b>4.8</b>	<b>m2</b>	<b>Hoja de partición interior de 10 cm de espesor de fábrica, de bloque hueco de hormigón, para revestir, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), recibida con mortero de cemento M-7,5.</b>	<b>111,25</b>	<b>15,67</b>	<b>1743,2875</b>
	Ud	Bloque hueco de hormigón, para revestir, color gris, 40x20x10 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm²), incluso p/p de piezas especiales: zunchos y medios. Según UNE-EN 771-3.	12,6	0,47	5,92
	m3	Mortero de cemento CEM II/B-P 32,5 N tipo M-7,5, confeccionado en obra con 300 kg/m³ de cemento y una proporción en volumen 1/5.	0,007	122,3	0,86
	h	Oficial 1ª construcción en trabajos de albañilería.	0,334	17,24	5,76
	h	Peón ordinario construcción en trabajos de albañilería.	0,167	15,92	2,66
	%	Costes indirectos	3	15,5	0,47



4.9	m	<b>Cerramiento de parcela formado por panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,00 m, acabado galvanizado y postes de perfil hueco de sección rectangular de 60x40x2 mm, atornillados al soporte.</b>	222,5	59,38	<b>13212,05</b>
	m	Panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 2,50x1,00 m, acabado galvanizado.	1	44,55	44,55
		Poste de perfil hueco de acero de sección rectangular 60x40x2 mm, de 1 m de altura, acabado galvanizado.	0,2	12,38	2,48
	Ud	Bases de aluminio para fijación de postes, tornillos y accesorios de fijación.	0,2	23,1	4,62
	Ud	Accesorios de fijación de los paneles de malla electrosoldada modular a los postes metálicos	1,2	2,38	2,86
	Ud	Oficial 1ª montador.	0,091	17,82	1,62
	h	Ayudante montador.	0,091	16,13	1,47
	h	Costes indirectos	3	59,33	1,78
	%				

### 1.3 INDICADORES Y RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

<b>1</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>27.479,808 €</b>
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>26.799,17 €</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>93.275,73 €</b>
<b>4</b>	<b>ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS</b>	<b>119.778,79 €</b>

Lo que hace un total de 267.333,506 €.

Recordemos que nuestra nave tenía unas dimensiones de 1040 m<sup>2</sup>, lo que significa que tenemos un ratio de 257.05 €/m<sup>2</sup>.

A este presupuesto, tal y como se ha comentado anteriormente, habrá que aplicarle los diferentes impuestos, tales como los gastos generales y el beneficio industrial (13 % y 6 % respectivamente), para proporcionar así un presupuesto al que también habrá que aplicarle el 21 % del IVA.

Así, una vez realizados todos estos calculos, podemos afirmar que el presupuesto total de nuestra nave asciende a 384.933,50 € (TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS).

En Valencia, a 14 de Julio de 2015

fdo: KEVIN CARPIO CARRILLO





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: EMPLAZAMIENTO

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

Fecha:

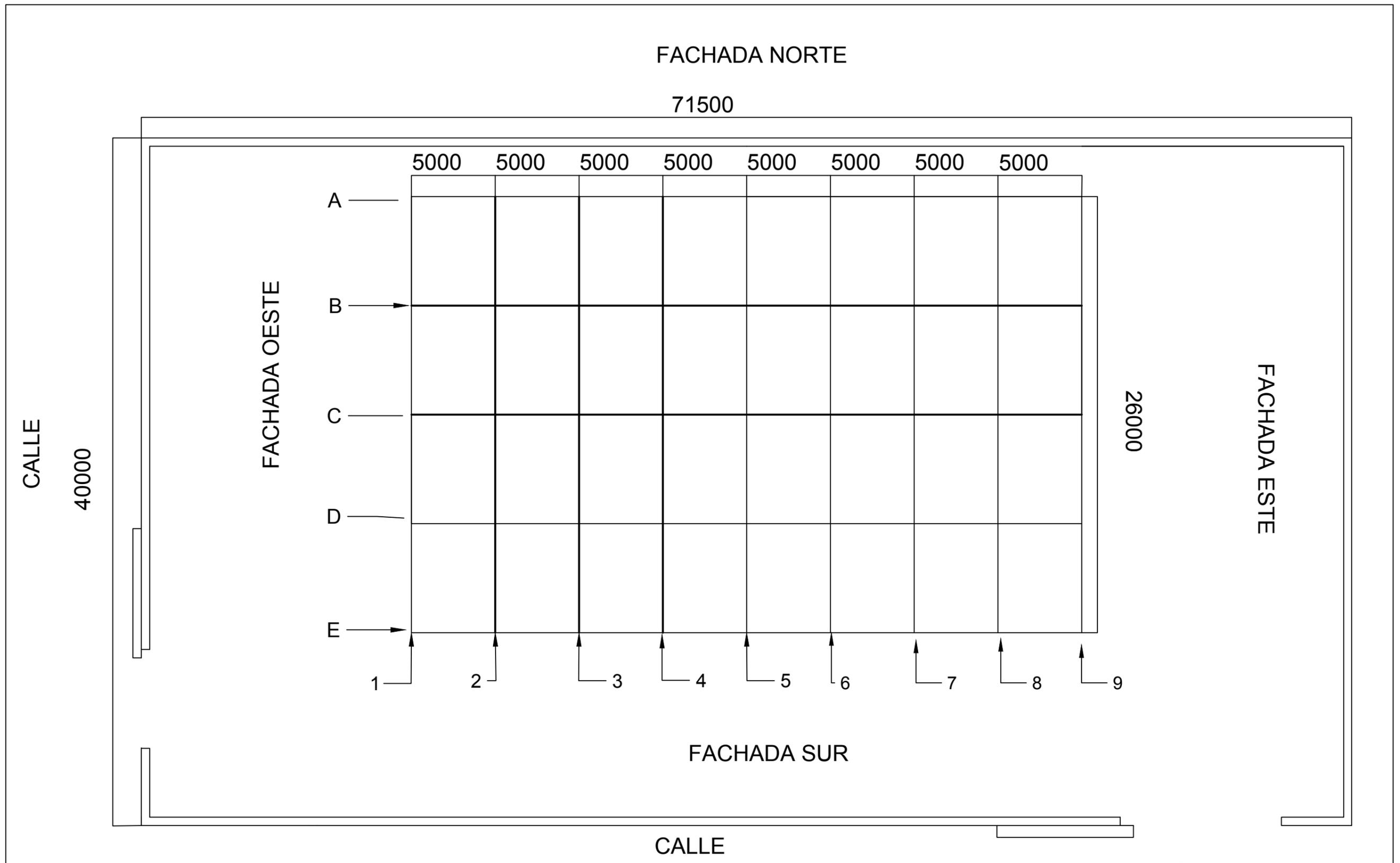
FEBRERO 2016

Escala:

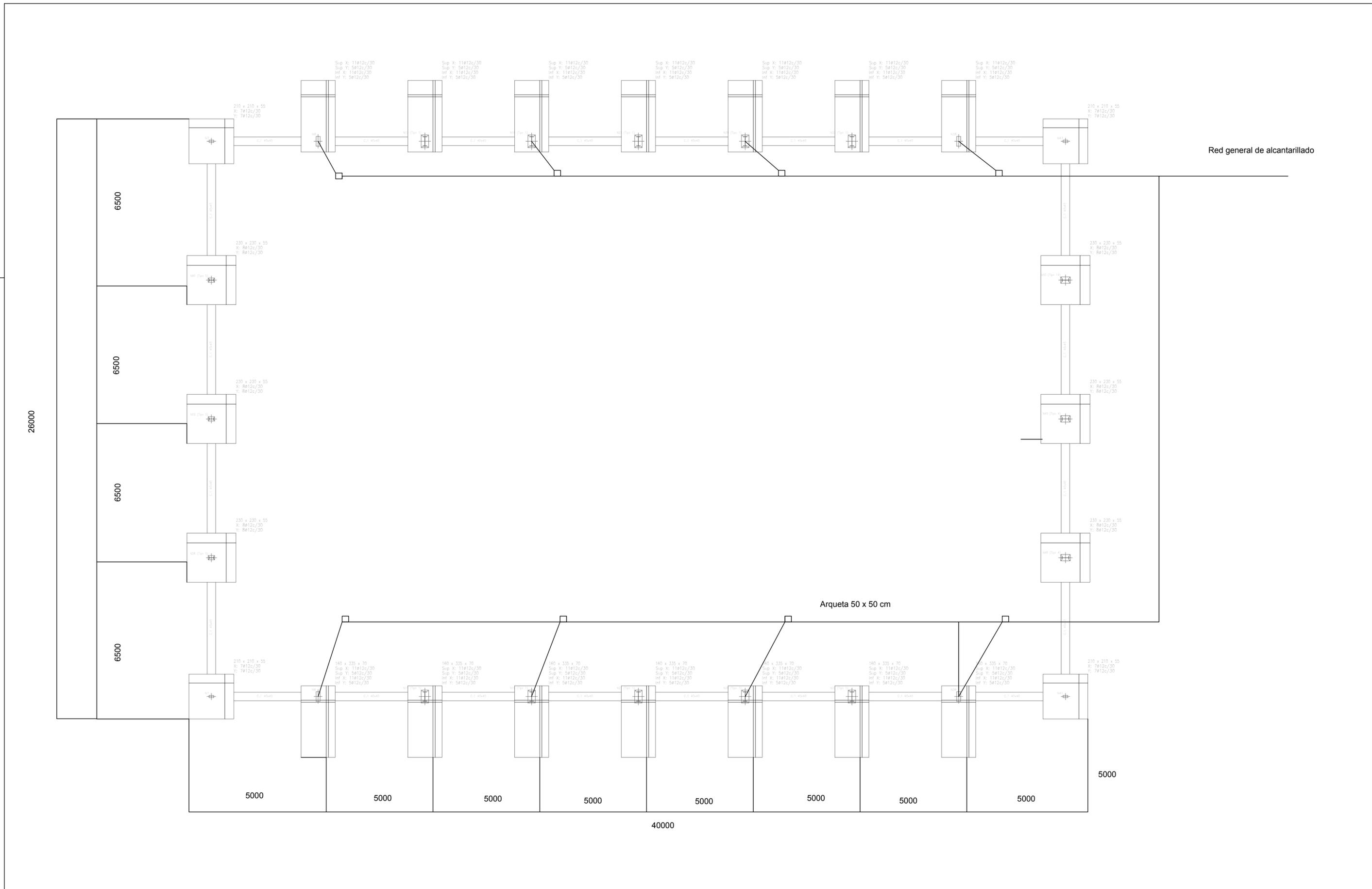
SIN ESCALAS

Nº Plano:

2



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA</p> 	<p>Proyecto:</p> <p>PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL</p>	<p>Plano: REPLANTEO</p> <p>Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO</p> <p>1:200</p>	<p>Fecha:</p> <p>FEBRERO 2016</p> <p>Escala:</p> <p>1:200</p>	<p>Nº Plano:</p> <p><b>3</b></p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------	----------------------------------



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: CIMENTACIÓN

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

Fecha:

FEBRERO 2016

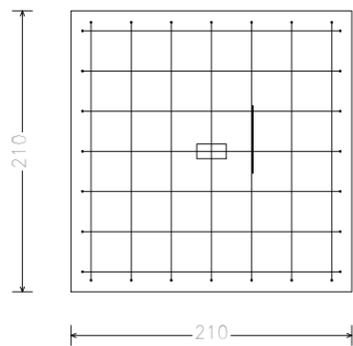
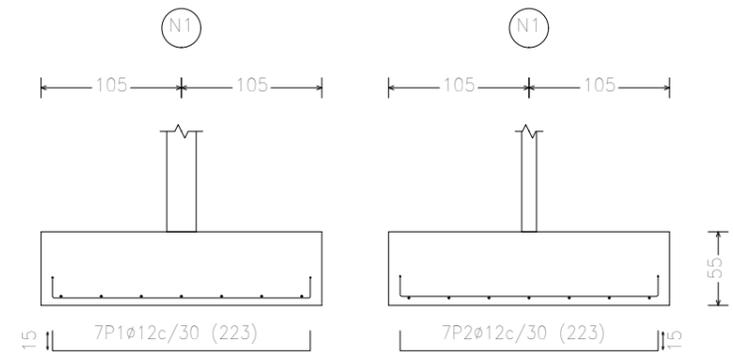
Escala:

1:200

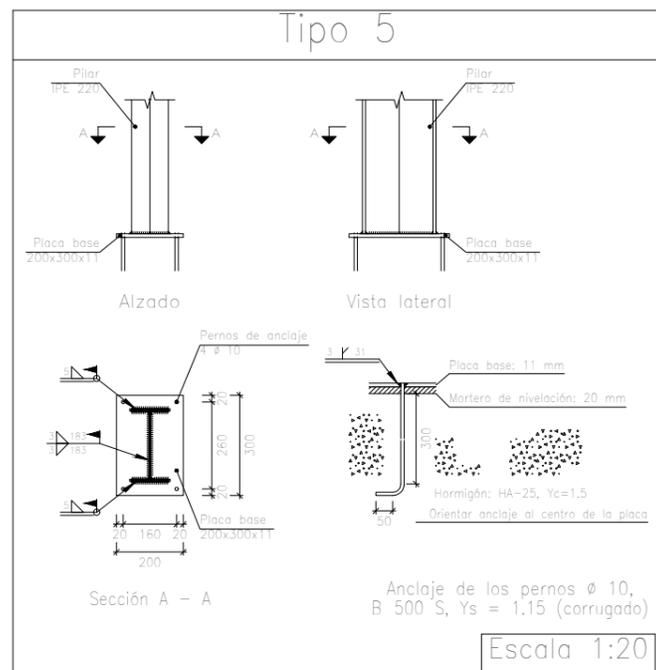
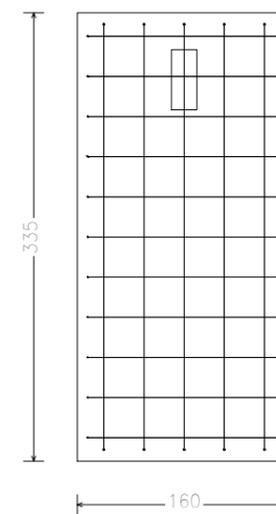
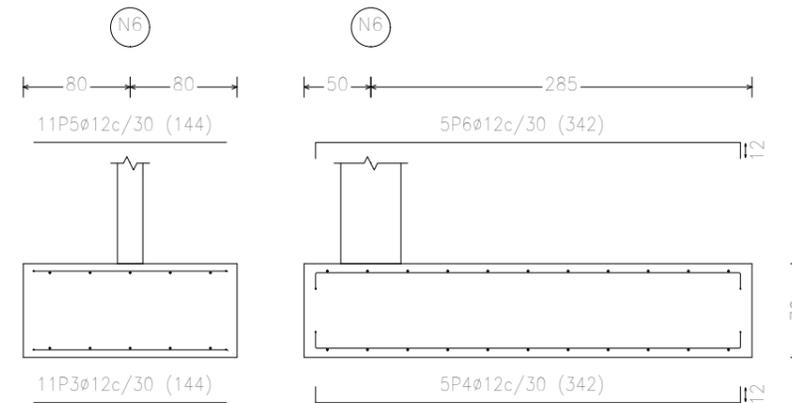
Nº Plano:

4

N1, N3, N41 y N43



N6, N11, N16, N21, N26, N31 y N36



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: CIMENTACION DETALLES ZAPATAS

Fecha:  
FEBRERO 2016

Nº Plano:



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

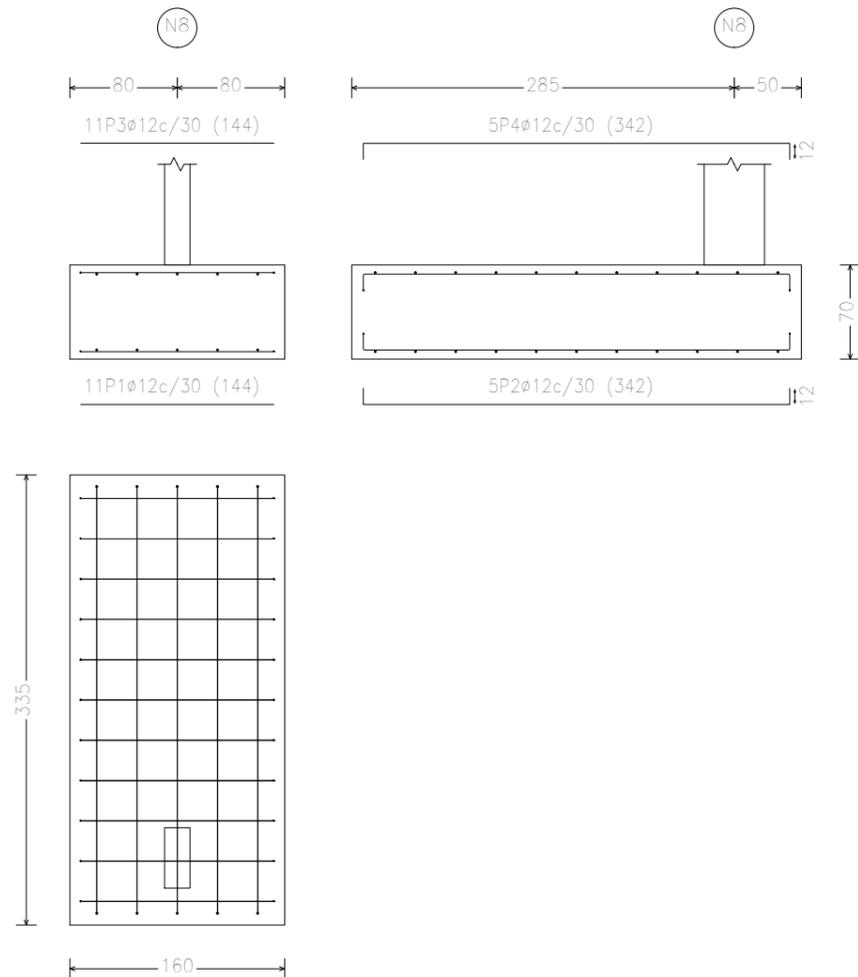
Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

1:200

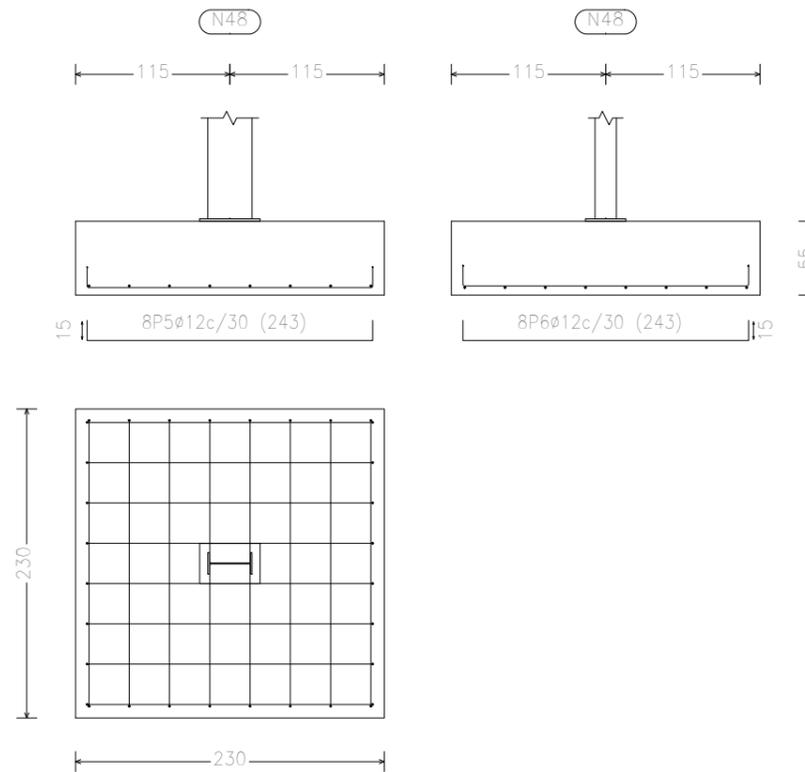
Escala:  
1:200

5

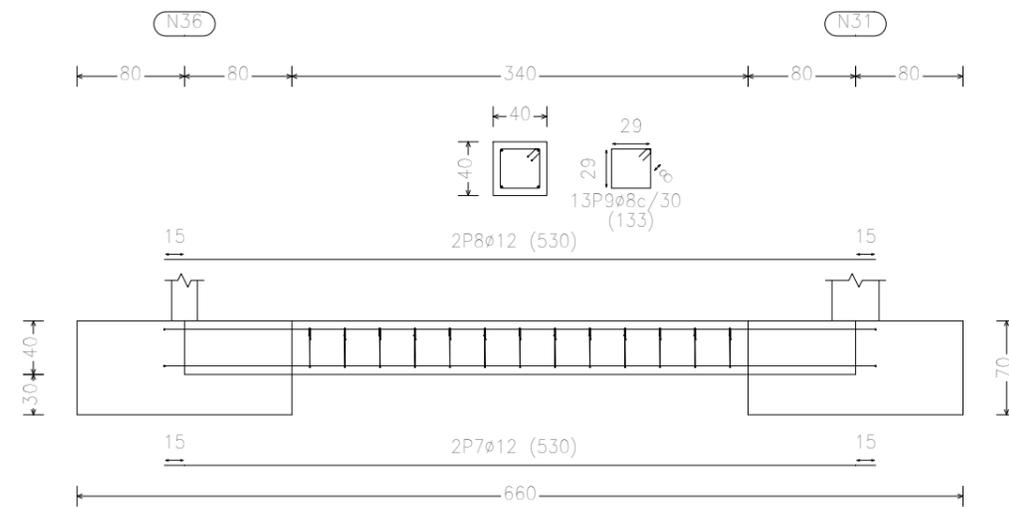
N8, N13, N18, N23, N28, N33 y N38



N48, N49, N50, N58, N59 y N60



C.1 [N36-N31], C.1 [N6-N1], C.1 [N28-N23], C.1 [N16-N11], C.1 [N8-N3],  
 C.1 [N38-N33], C.1 [N26-N21], C.1 [N18-N13], C.1 [N11-N6], C.1 [N33-N28],  
 C.1 [N41-N36], C.1 [N23-N18], C.1 [N31-N26], C.1 [N13-N8], C.1 [N43-N38] y  
 C.1 [N21-N16]



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
 TÉCNICA  
 SUPERIOR  
 INGENIEROS  
 INDUSTRIALES  
 VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: CIMENTACIÓN DETALLES

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

1:200

Fecha:

FEBRERO 2016

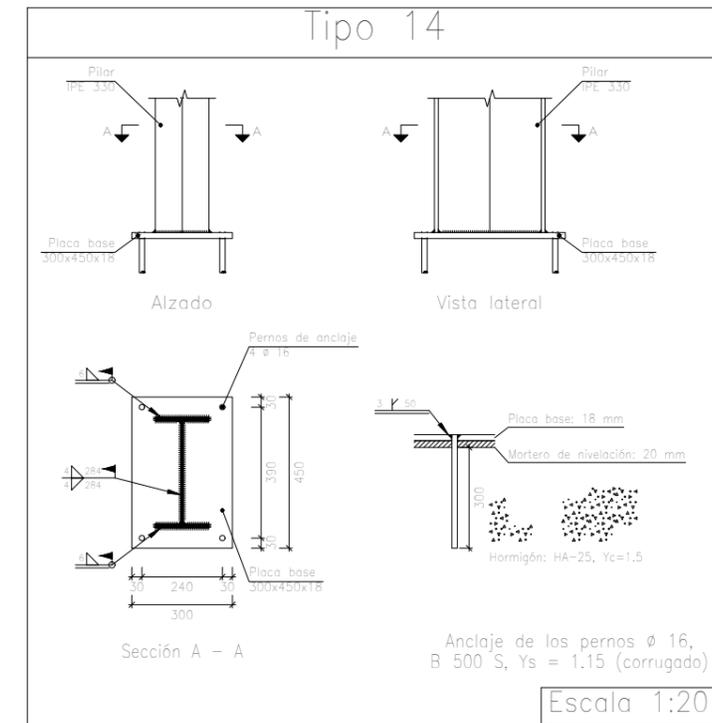
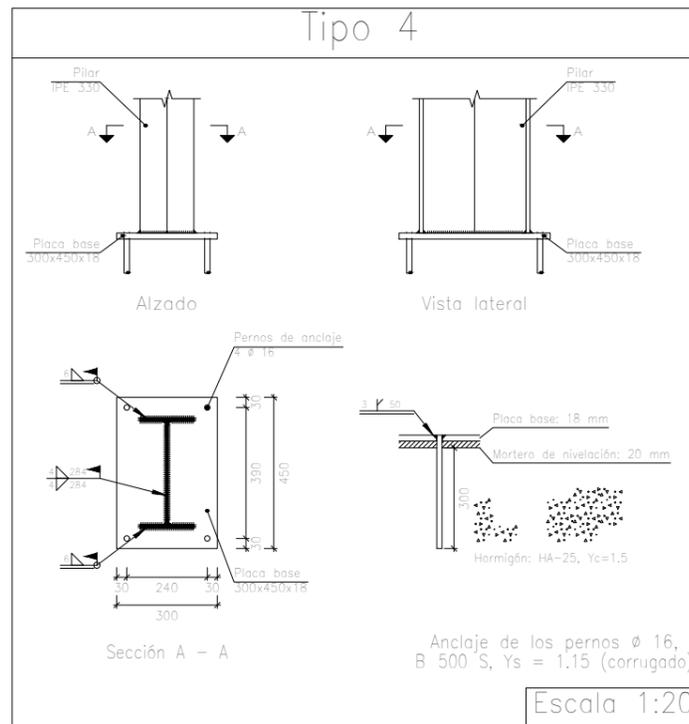
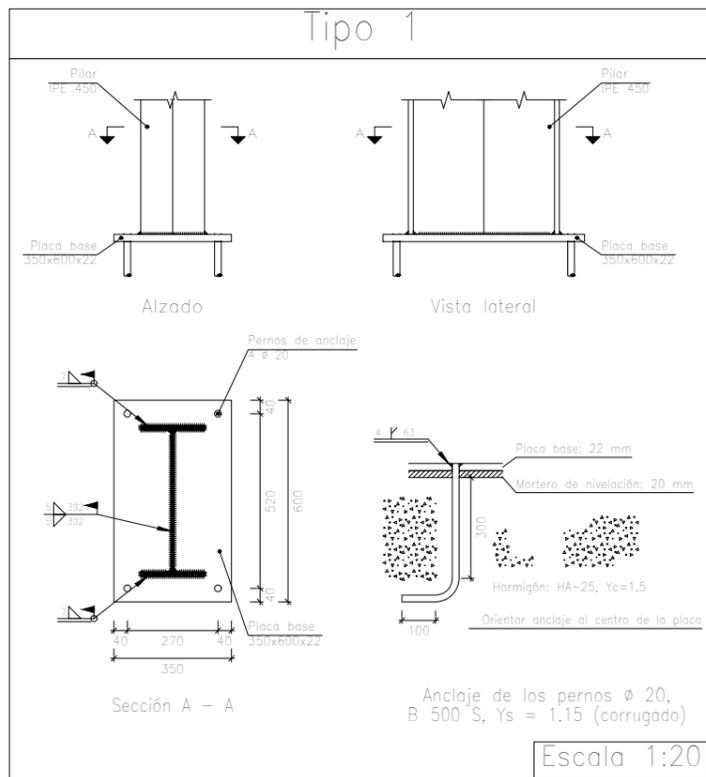
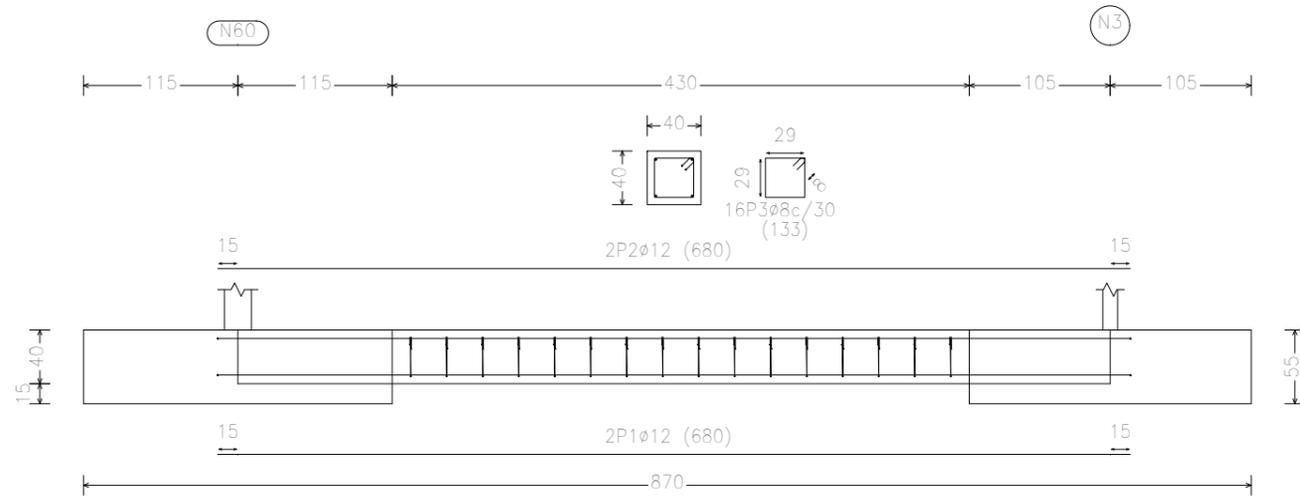
Escala:

1:200

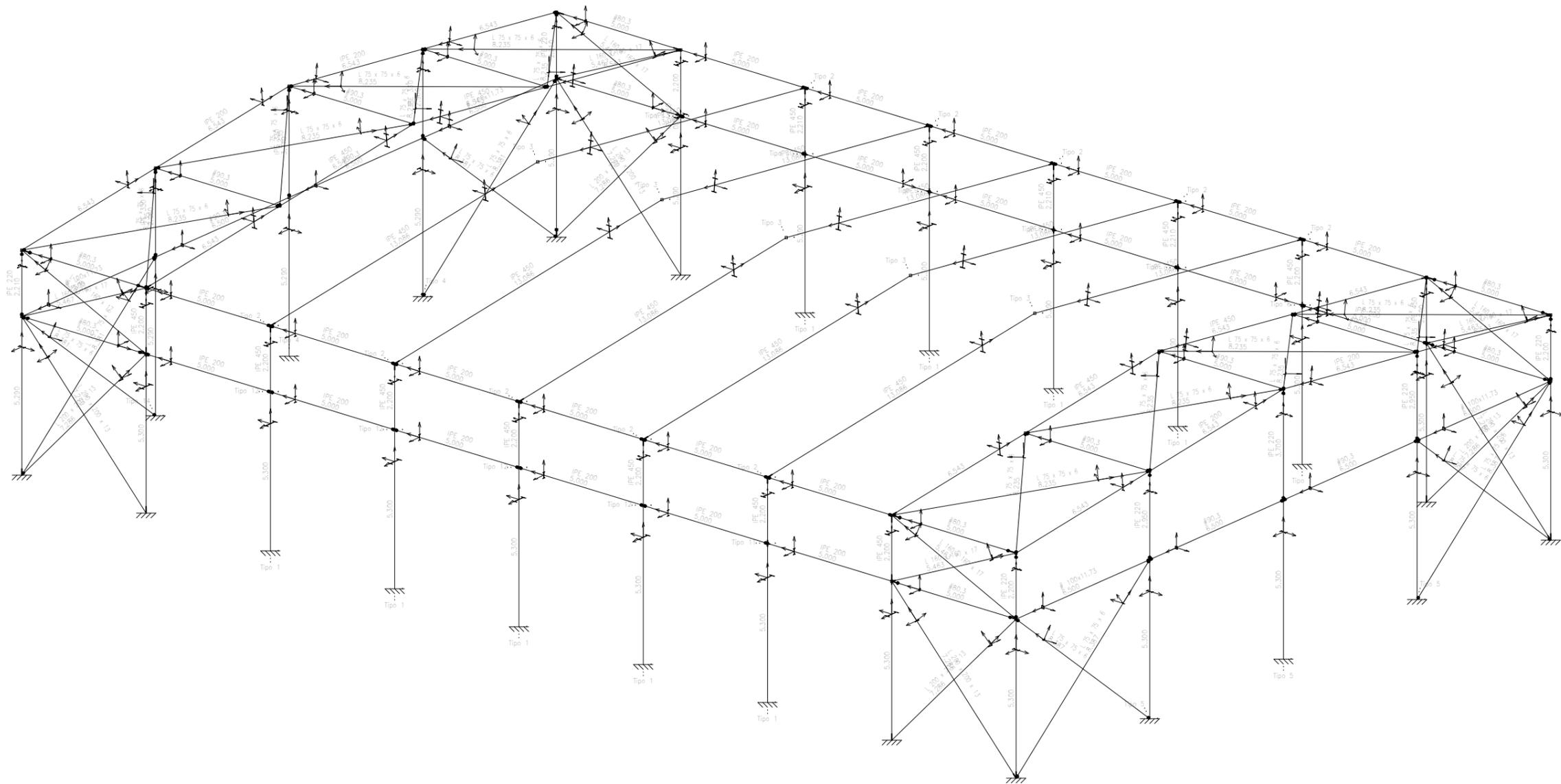
Nº Plano:

6

C.1 [N60-N3], C.1 [N48-N41], C.1 [N50-N43], C.1 [N50-N49], C.1 [N60-N59], C.1 [N59-N58], C.1 [N58-N1] y C.1 [N49-N48]



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p> <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA</p> <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL</p>	<p>Plano: CIMENTACIÓN DETALLES</p> <p>Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO</p>	<p>Fecha: FEBRERO 2016</p> <p>Escala: 1:200</p> <p>Nº Plano: 7</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: ESTRUCTURA 3D

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

1:200

Fecha:

FEBRERO 2016

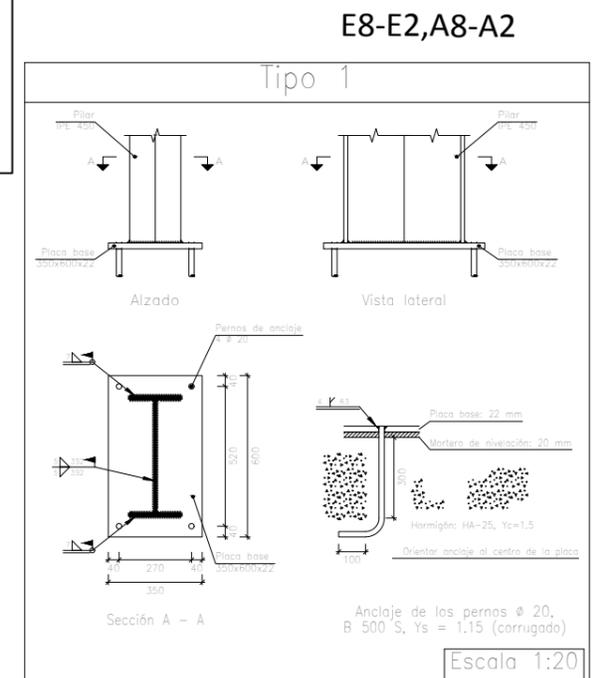
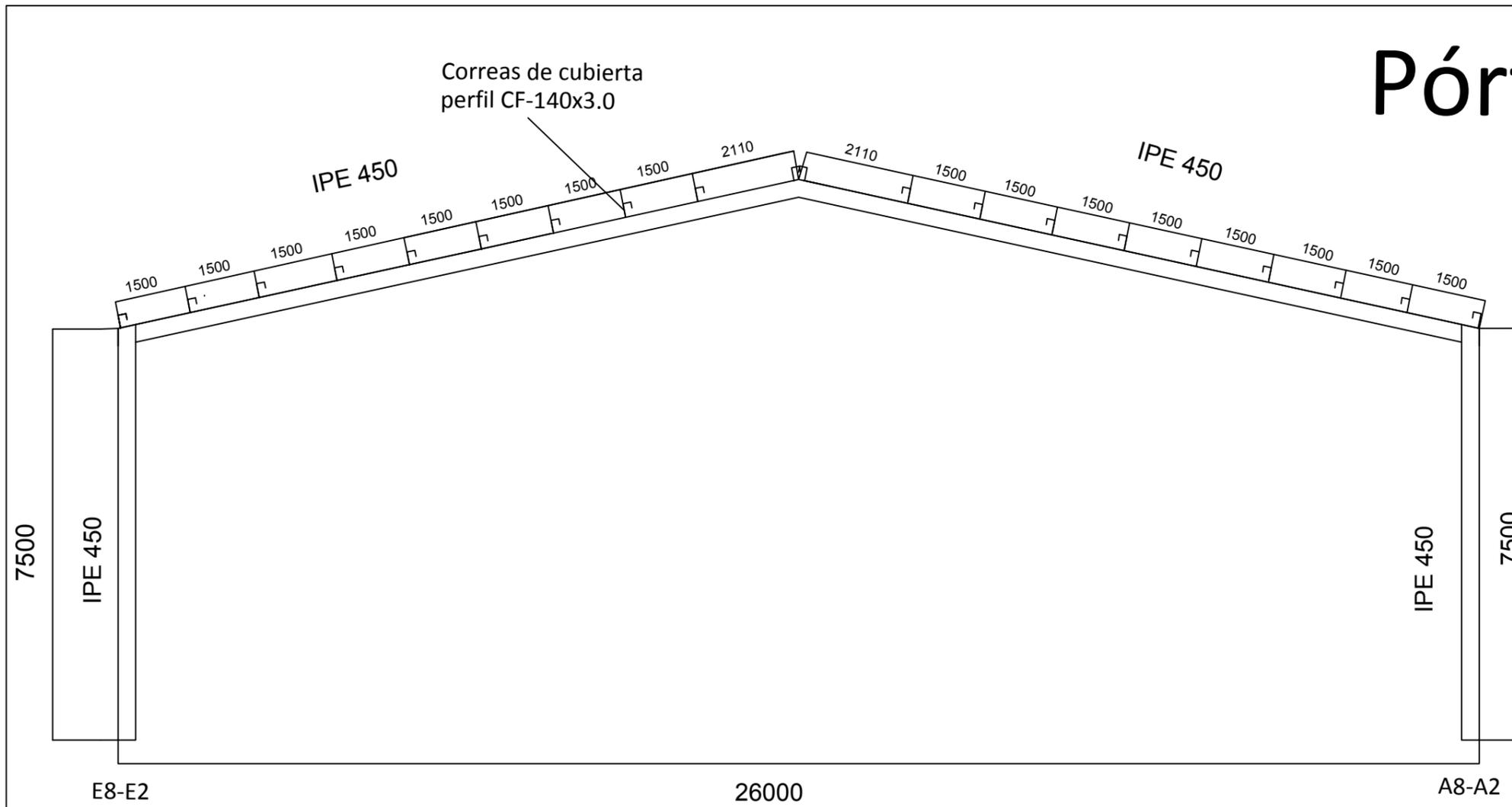
Escala:

1:200

Nº Plano:

8

# Pórticos 2 al 8



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: ESTRUCTURA PÓRTICO INTERIOR

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

1:200

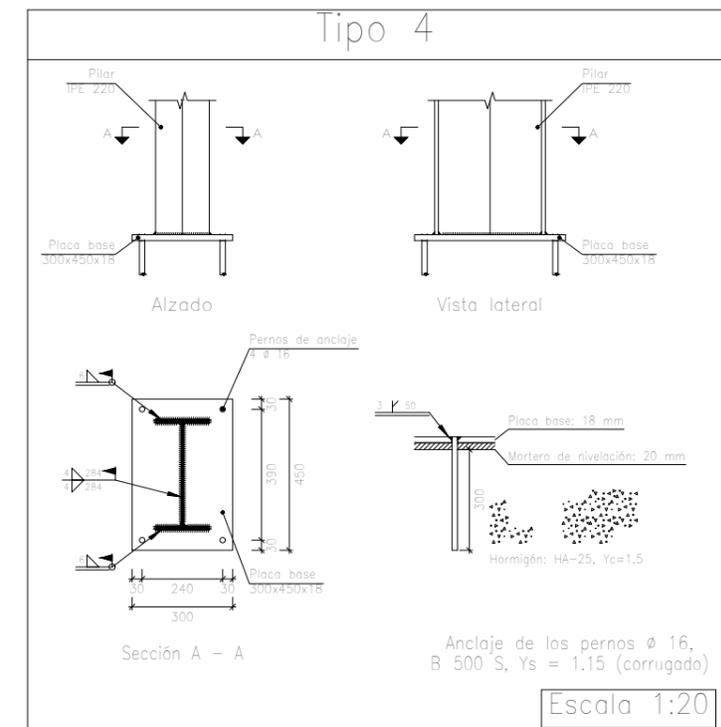
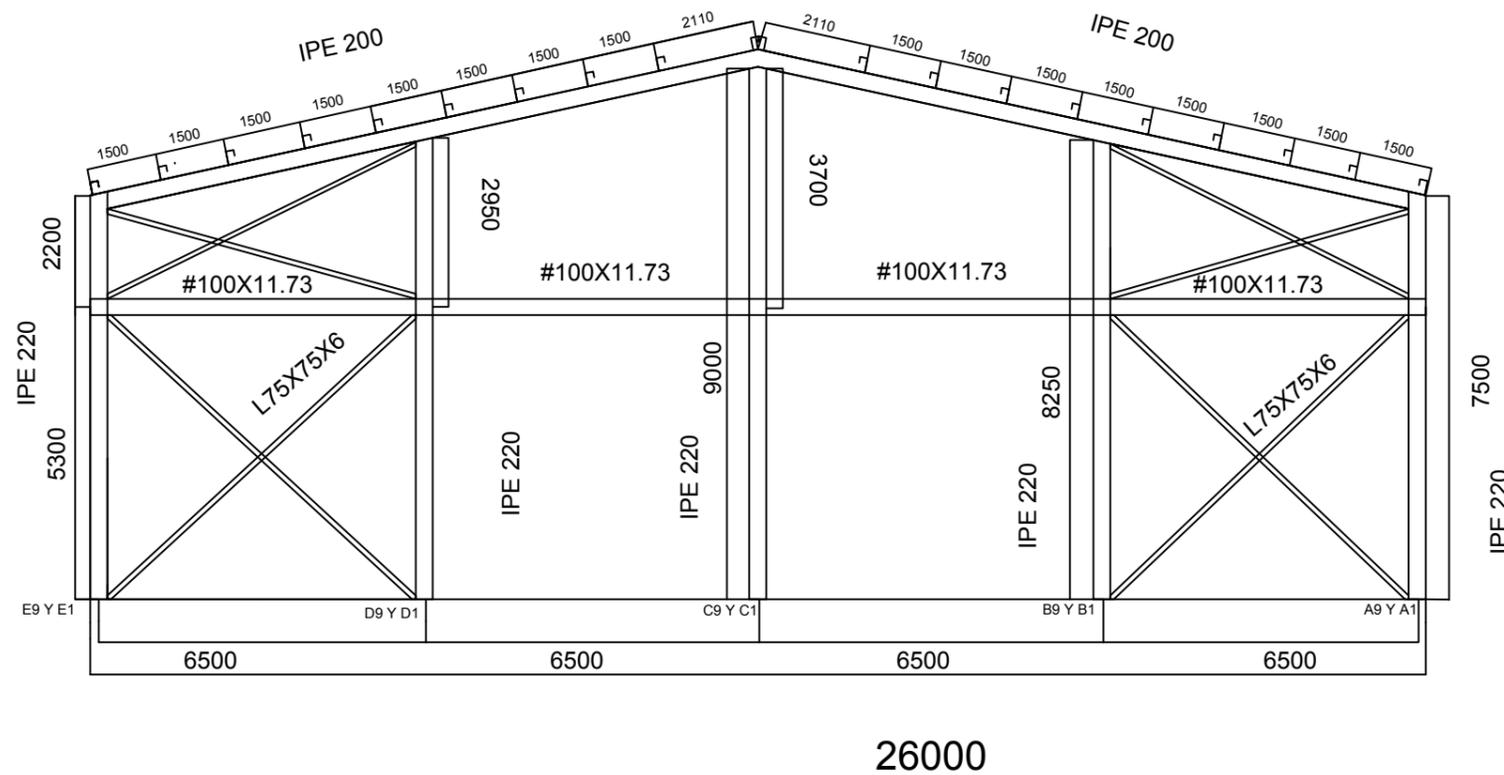
Fecha:  
FEBRERO 2016

Escala:  
1:200

Nº Plano:

9

# PÓRTICOS 1 Y 9



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto:

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL

Plano: ESTRUCTURA. PÓRTICO DE FACHADA

Fecha:

FEBRERO 2016

Nº Plano:



ESCUELA  
TÉCNICA  
SUPERIOR  
INGENIEROS  
INDUSTRIALES  
VALENCIA

Autor: KEVIN CARPIO CARRILLO

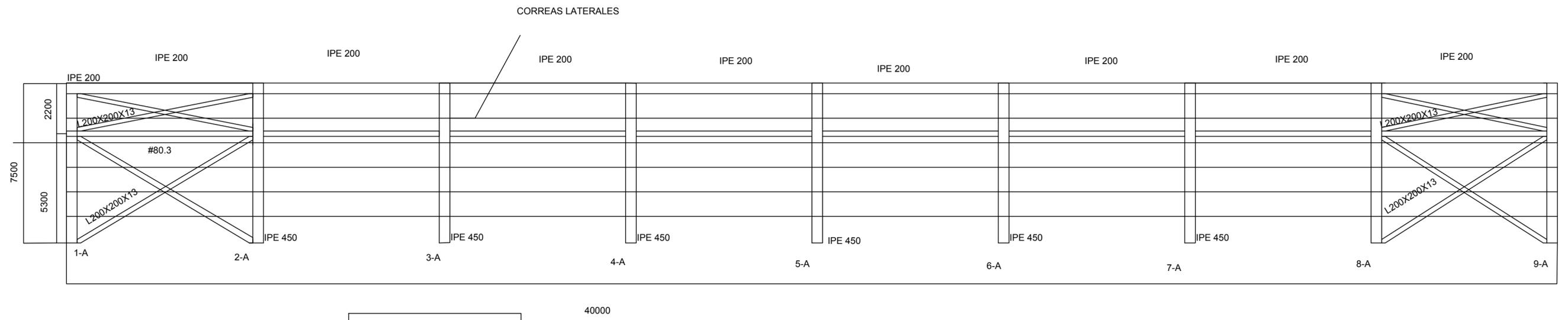
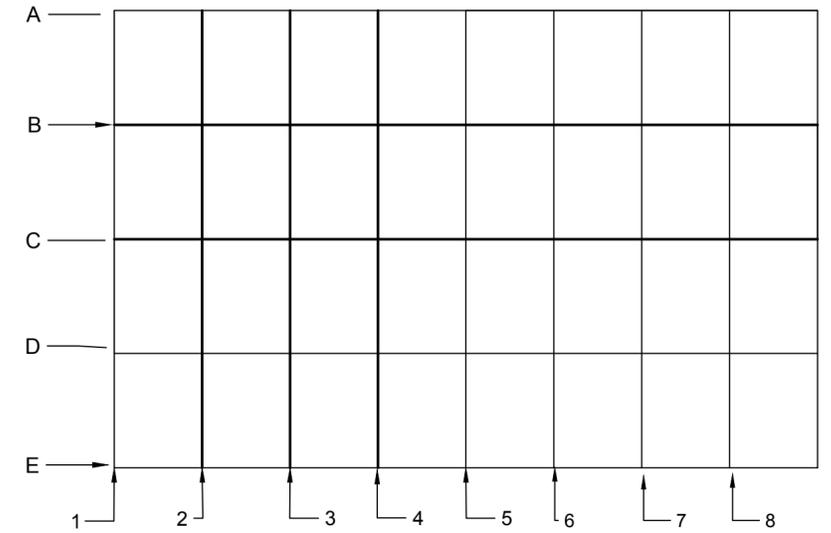
1:200

Escala:

1:200

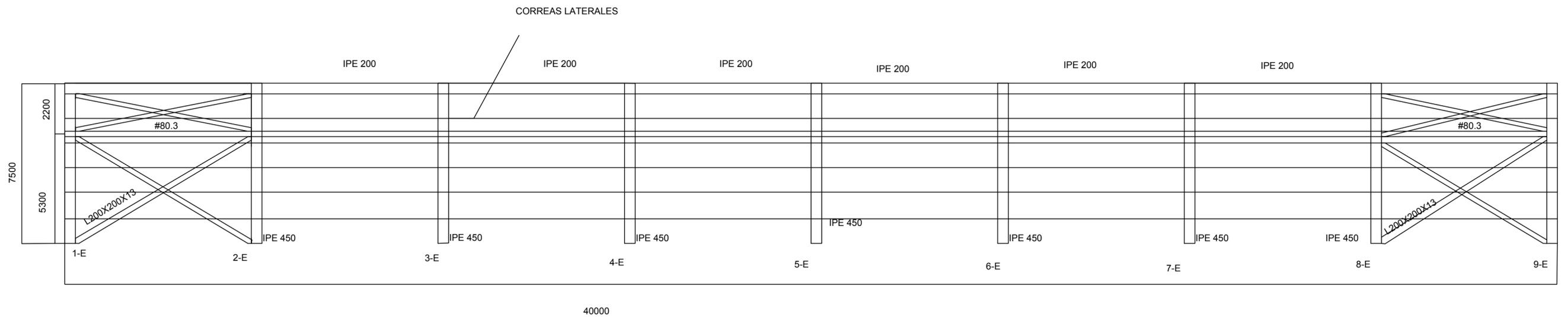
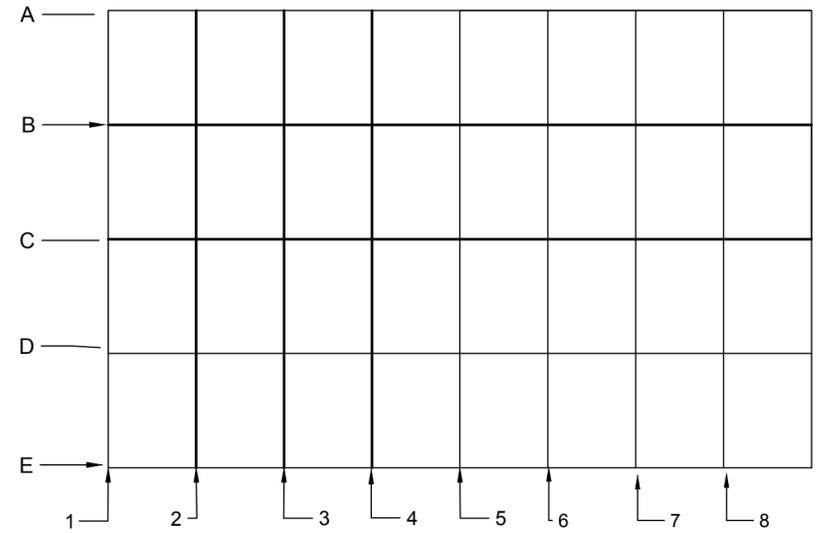
10

# FACHADA LATERAL NORTE (A-A')

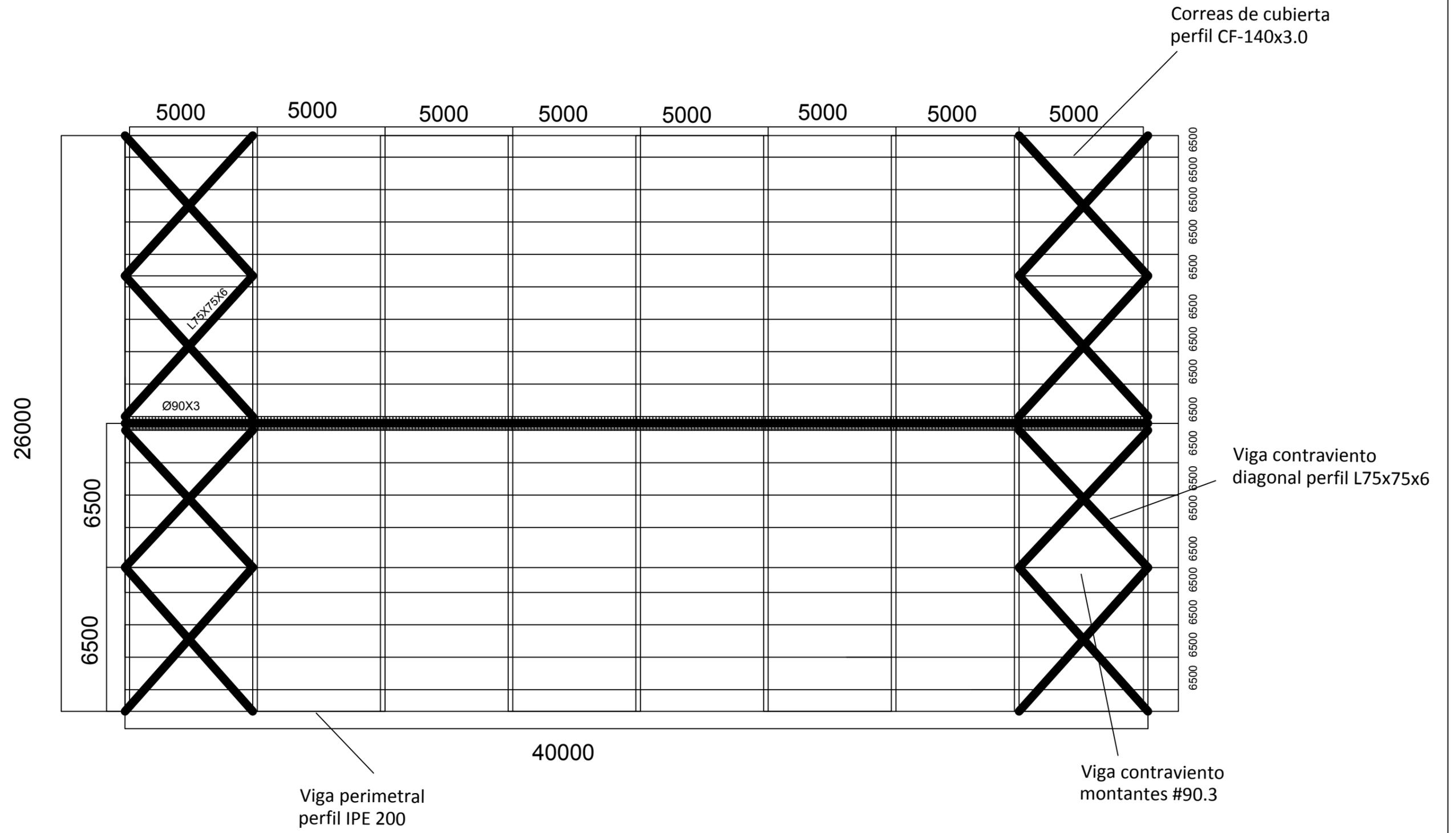


pilares pórtico interior: IPE 450  
 Pilares Pórtico fachada: IPE 220  
 Diagonales: L200x200x13  
 Montantes: #80.3  
 Viga perimetral: IPE 200  
 Correas: IPE 100

# FACHADA LATERAL SUR (E-E")

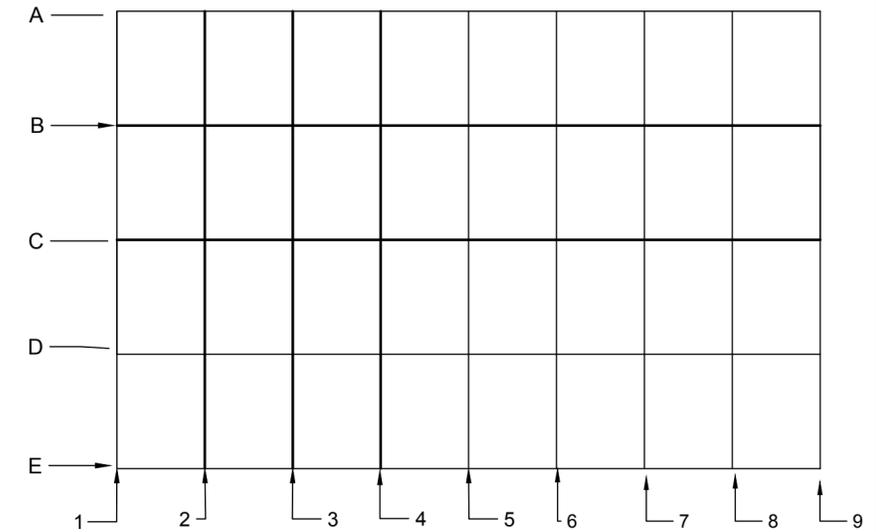


pilares pórtico interior: IPE 450  
 Pilares Pórtico fachada: IPE 220  
 Diagonales: L200x200x13  
 Montantes: #80.3  
 Viga perimetral: IPE 200  
 Correas: IPE 100

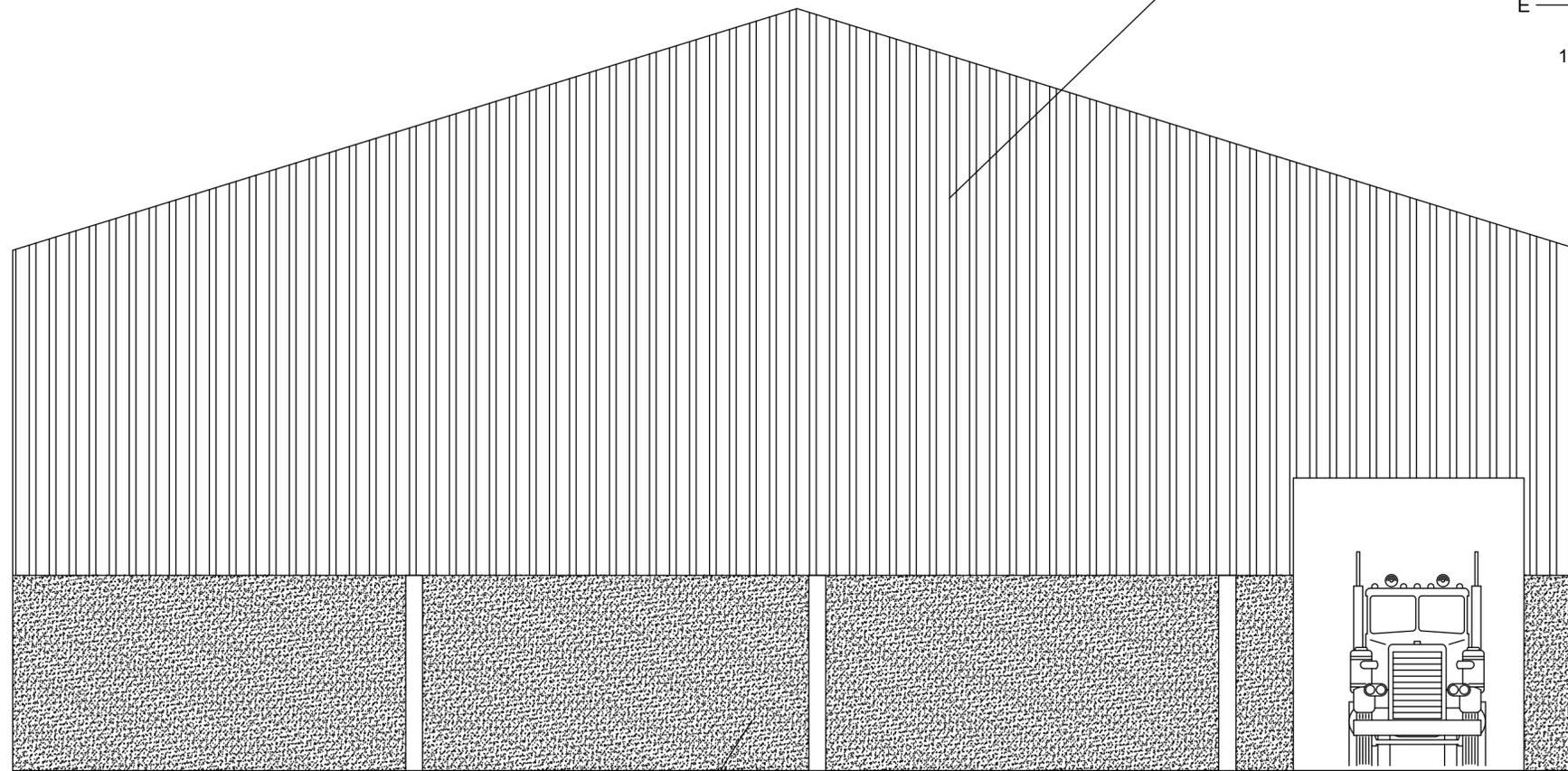


TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES  <b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b>  ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA	Proyecto: <b>PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 1040 m<sup>2</sup> SITUADO EN UTIEL</b>	Plano: <b>ESTRUCTURA CUBIERTA</b>	Fecha: <b>FEBRERO 2016</b>	N° Plano: <b>13</b>
		Autor: <b>KEVIN CARPIO CARRILLO</b>	Escala: <b>1:200</b>	

# FACHADA ESTE (9-9')



paneles tipo sándwich  
de 35 mm de espesor



9-E

9-D

9-C

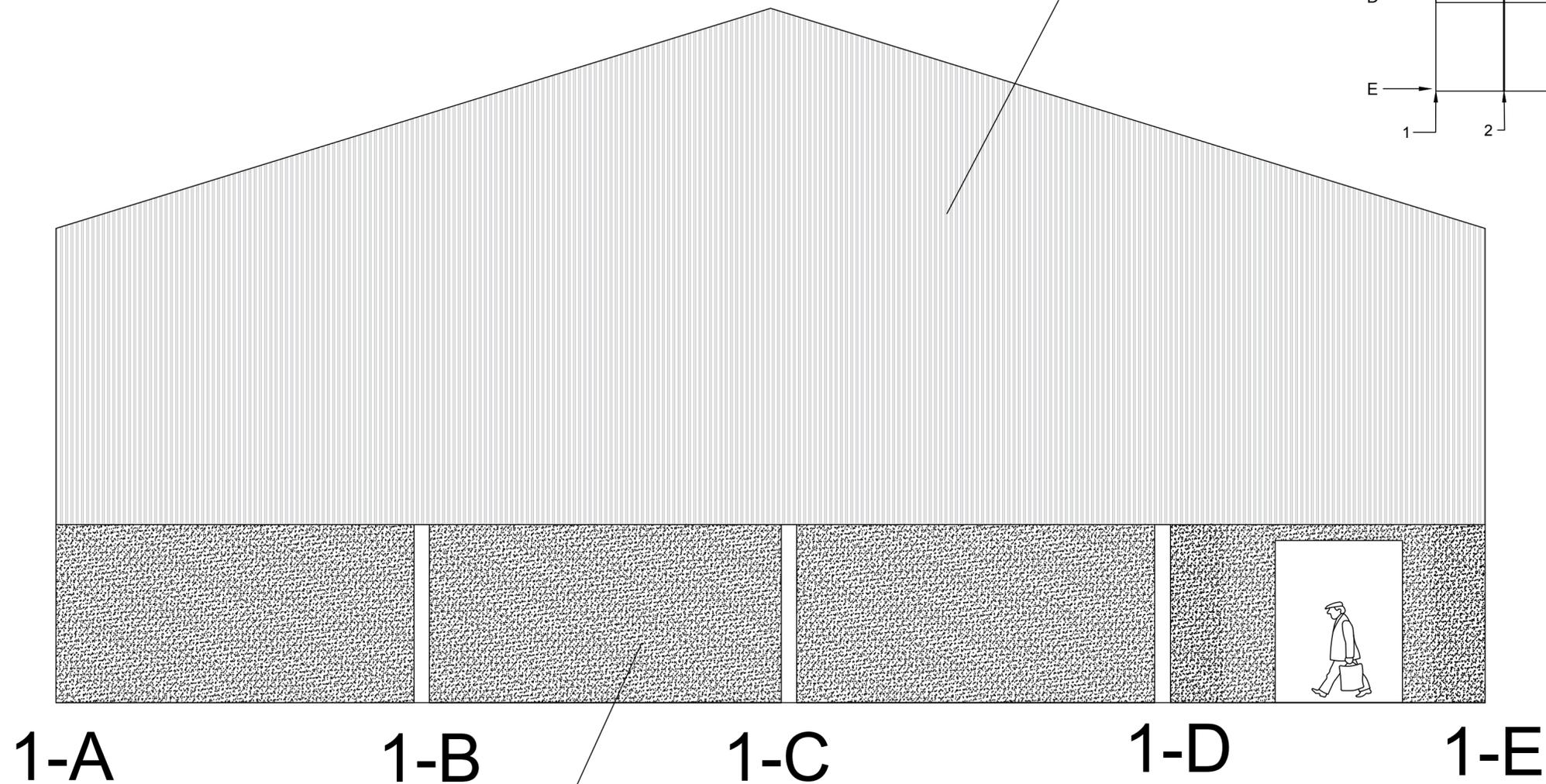
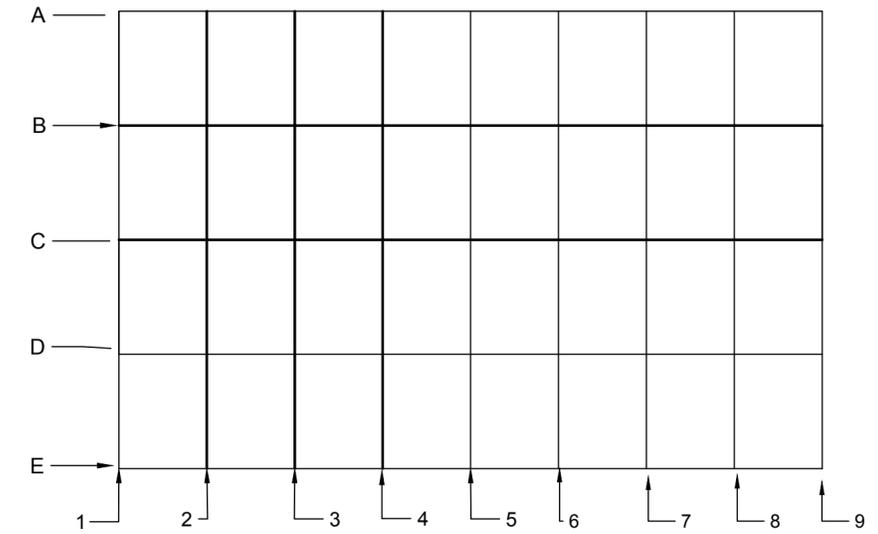
9-B

9-A

Paneles verticales de hormigón  
de 16 cm de espesor

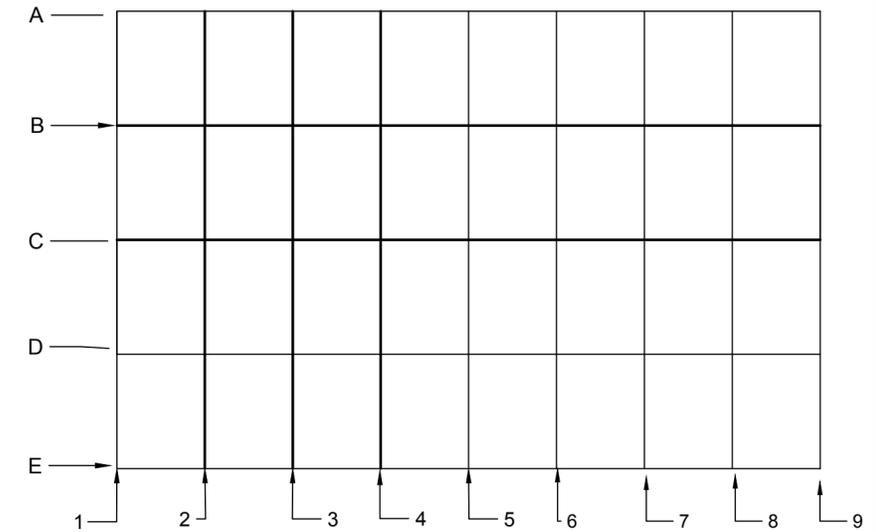
# FACHADA OESTE (9-9')

paneles tipo sándwich  
de 35 mm de espesor

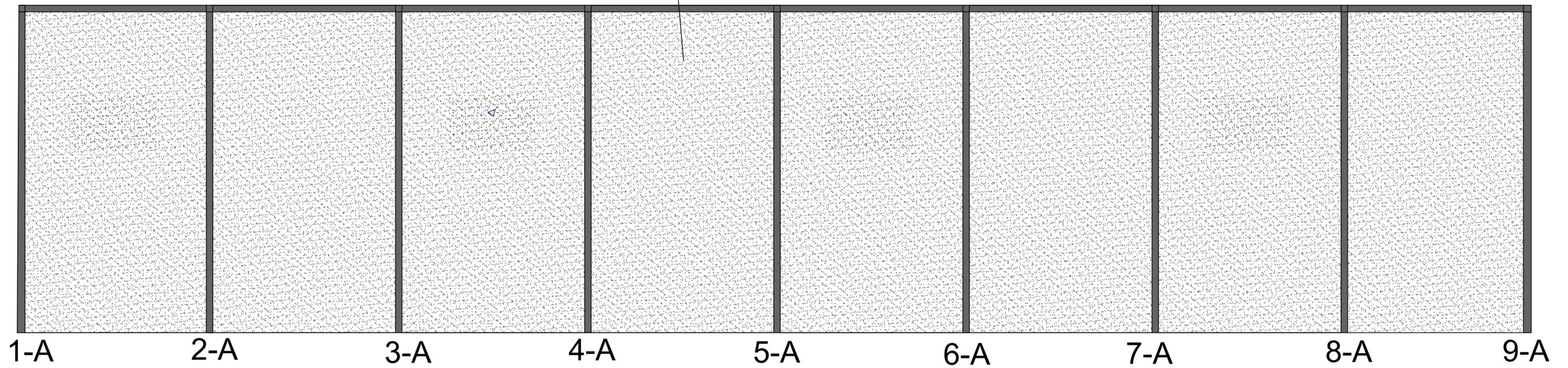


Paneles verticales de hormigón  
de 16 cm de espesor

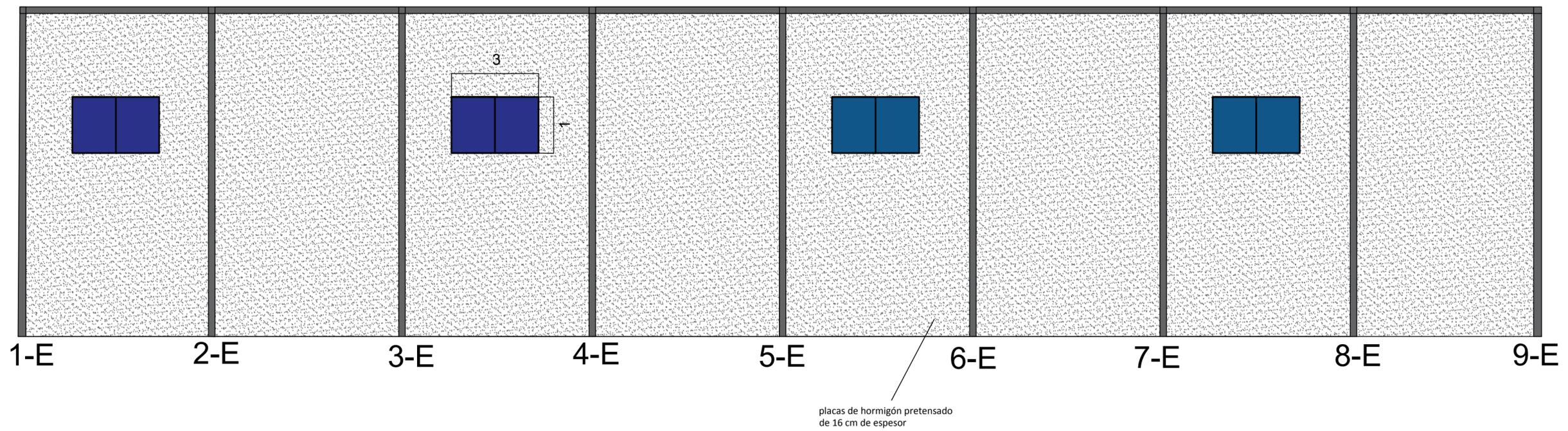
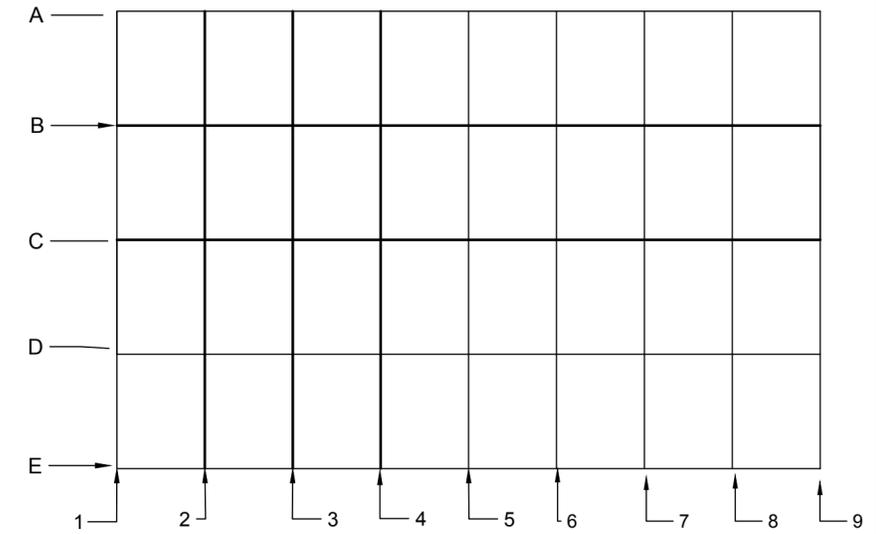
# FACHADA SUR (E-E')



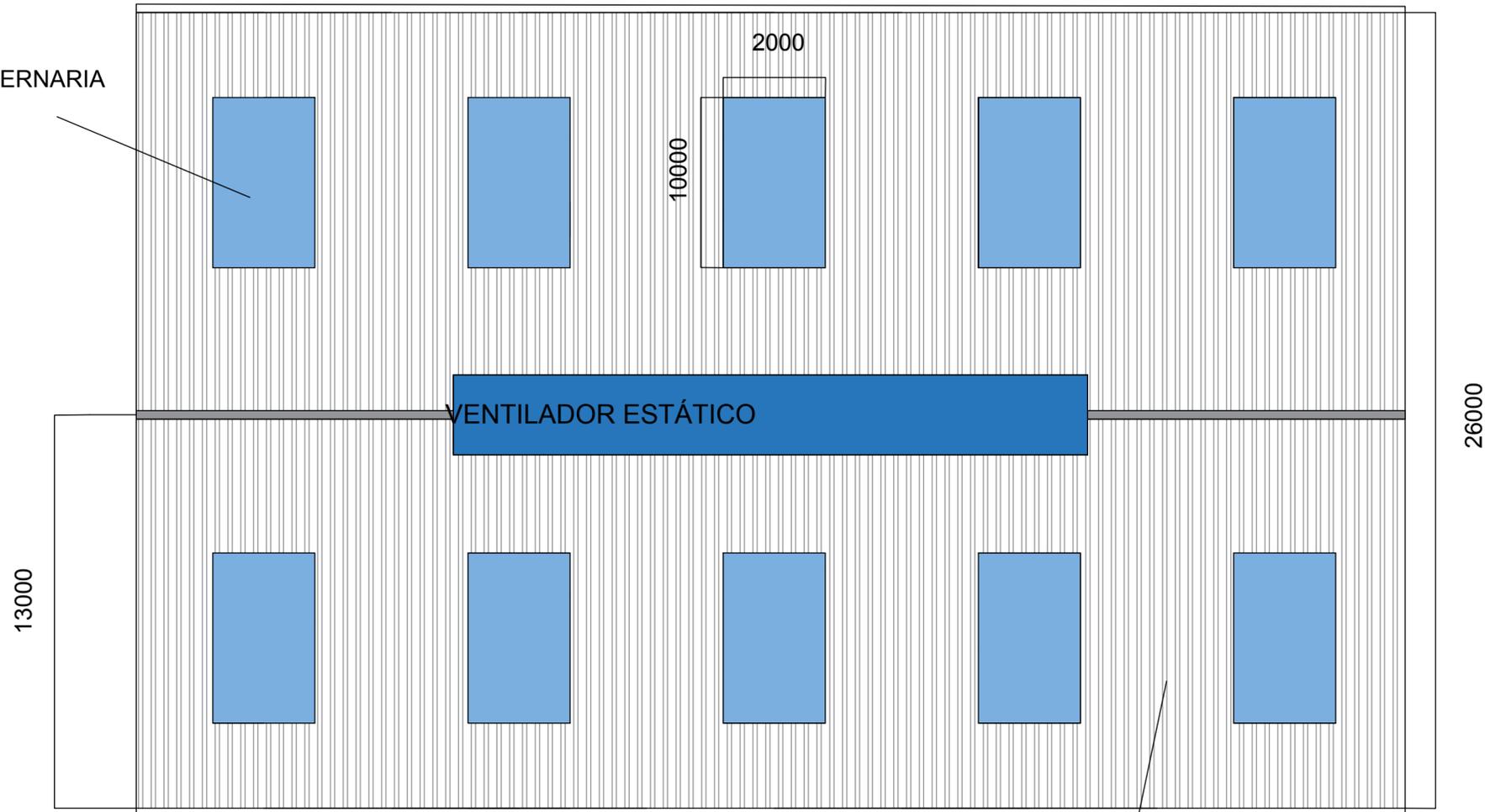
Placas de hormigón pretensado  
de 16 cm de espesor



# FACHADA SUR (E-E')



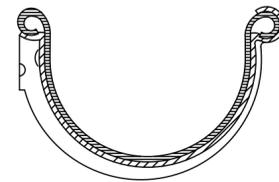
LUCERNARIA



VENTILADOR ESTÁTICO

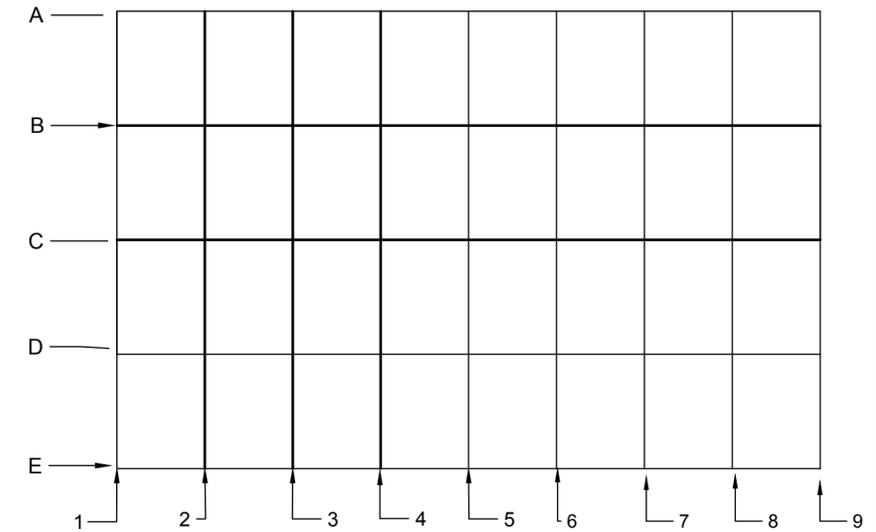
PANEL TIPO SANDWICH  
(lacado + aislante + galvanizado)

# CANALÓN DE AGUAS PLUVIALES

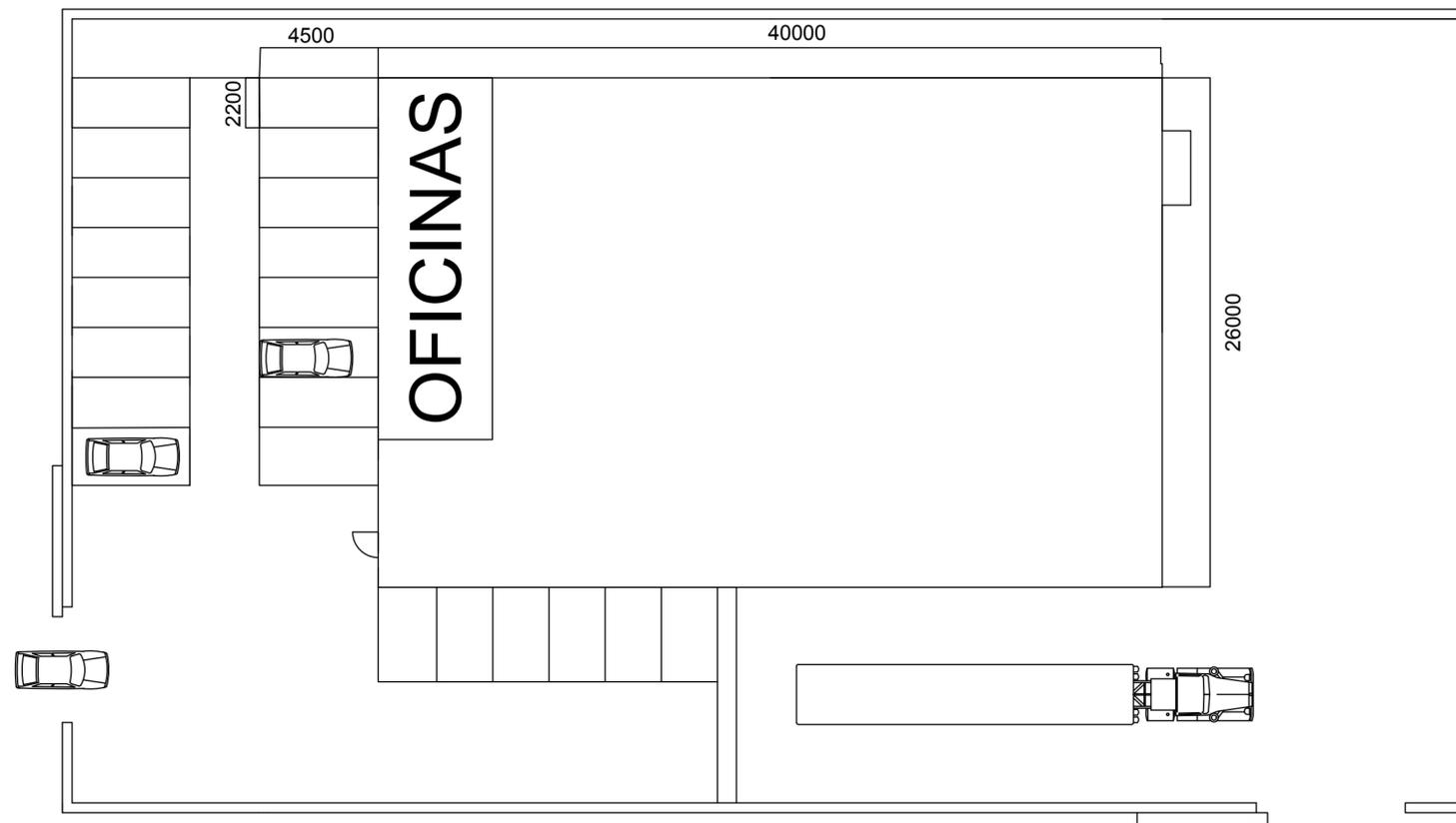


# FACHADA OESTE (9-9')

Fachada norte



Fachada oeste



Fachada este

Fachada sur