



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 2435 m², SITUADO EN EL POLÍGONO LA COVA (MANISES)

AUTOR: JOAN DEL ALCÀZAR ALEMANY

TUTOR: JOSÉ MIGUEL MONTALVA SUBIRATS

Curso Académico: 2018-19

RESUMEN

En el presente trabajo se diseñará y calculará la estructura metálica para una nave industrial en el polígono La Cova de Manises, la cual albergará un proceso de gestión y clasificación de residuos urbanos. El edificio de estructura metálica consta de dos naves contiguas, la principal, de 63 metros de longitud y 25 metros de luz, está destinada a la clasificación de los residuos. La nave secundaria, de 34.4 metros de longitud, alberga el almacén y las oficinas, teniendo el edificio una superficie total de 2435 m². Se utilizará un sistema de pórticos a dos aguas separados una distancia de 5.73 metros entre sí, resultando un total de 11 vanos en la nave principal y de 6 vanos en la nave con mordida. La altura de los pilares y la de cumbrera es, respectivamente, de 7 y 8,25 metros (pendiente del 10%).

RESUM

En el present treball es dissenyarà i calcularà l'estructura metàl·lica per a una nau industrial al polígon La Cova de Manises, la qual albergarà un procés de gestió i classificació de residus. L'edifici d'estructura metàl·lica consta de dues naus contigües, la principal, de 63 metres de longitud i 25 metres de llum, està destinada a la classificació dels residus. La nau secundària, de 34.4 metres de longitud, allotja el magatzem i les oficines, tenint l'edifici una superfície total de 2435 m². S'utilitzarà un sistema de pòrtics a dues aigües separats una distància de 5.73 metres entre si, resultant un total d'11 vans a la nau principal i de 6 vans a la nau amb mossegada. L'altura dels pilars i la de carener és, respectivament, de 7 i 8,25 metres (pendent del 10%).

ABSTRACT

In the present work, the metallic structure for an industrial building located in Manises will be designed and calculated. Said building will house a waste management and classification process. The metallic structure consists of two attached buildings, the main one, 63 meters long and 25 meters of light, is intended for the classification of waste. The secondary one, 34.4 meters long, houses the warehouse and offices, the building having a total area of 2435 m². A system of gabled roof separated by a distance of 5.73 meters from each other will be used, resulting in a total of 11 bays in the main building and 6 bays in the secondary one. The height of the pillars and that of ridge is, respectively, 7 and 8.25 meters (slope of 10%).

ÍNDICE GENERAL

1. Documento I: Memoria
2. Documento II: Anexo de cálculo
3. Documento III: Planos
4. Documento IV: Presupuesto

1. MEMORIA

ÍNDICE

1. Objeto del trabajo	5
2. Antecedentes	5
3. Motivación	5
4. Proceso productivo	5
5. Distribución en planta	6
6. Situación y emplazamiento	8
7. Requerimientos espaciales.....	9
8. Solución adoptada	10
8.1. Actuaciones previas.....	10
8.2. Cimentación	11
8.3. Elementos estructurales.....	12
8.3.1. Placas de anclaje.....	12
8.3.2. Pórtico interior.....	12
8.3.3. Pórtico de fachada	13
8.3.4. Fachadas laterales	14
8.3.5. Vigas Contraviento	15
8.4. Elementos constructivos	16
8.4.1. Solera	16
8.4.2. Cerramientos laterales	16
8.4.3. Correas	17
9. Resumen del presupuesto.....	17
10. Bibliografía.....	18

1. Objeto del trabajo

El presente documento forma parte del Trabajo Final de Grado (TFG) del alumno Joan del Alcázar Alemany para la titulación en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia.

En este proyecto se aborda el diseño y cálculo de una nave industrial de 2435 m² de superficie situada en el polígono industrial La Cova, en Manises.

2. Antecedentes

El ayuntamiento de Manises desea mejorar su servicio de recogida de residuos y ha contratado a una empresa para llevar a cabo esta tarea. Dicha empresa ha solicitado el diseño de un edificio industrial que se dedicará al triaje de los residuos urbanos procedentes del municipio de Manises.

3. Motivación

La principal razón por la que se ha optado por realizar este Trabajo Final de Grado es la de finalizar los estudios del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales para así poder tener acceso al Máster y completar la titulación.

Asignaturas tales como “Estructuras” y, en mayor medida, “Tecnología de la construcción” son las que despertaron en mí un mayor interés durante el transcurso del grado. Es por este motivo que elegí este proyecto, que me permite aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas citadas anteriormente y profundizar en el uso de los programas informáticos asociados a la rama de la construcción.

4. Proceso productivo

La nave se destinará a la gestión y clasificación de residuos urbanos. El proceso empieza con la recepción y descarga de los residuos transportados por los camiones. Inmediatamente después, los residuos se transfieren a la cinta transportadora. En dicha cinta, los operarios separarán manualmente todos los materiales que no sean aptos para ser procesados por la maquinaria disponible. Después de recorrer la zona de triaje, los residuos pasarán por un granulador que triturará los materiales como trozos de neumáticos fuera de uso o cables eléctricos hasta un tamaño máximo de 40mm. Al terminar en el granulador, los residuos pasarán al detector de metales para cerciorarse de que no queda ningún metal pequeño difícil de identificar a simple vista. Acto seguido, se separa el material en una criba rotativa. El material de mayor diámetro continuará su recorrido por la cinta transportadora hasta llegar a otro granulador. Este segundo granulador puede reducir los residuos hasta un tamaño máximo de 10mm. Finalmente, los residuos atravesarán una máquina compactadora y serán almacenados hasta que sean transportados al vertedero.

El orden del flujo de trabajo para la gestión y clasificación de residuos urbanos será el siguiente:

1. Triaje manual de residuos urbanos
2. Granulado hasta 40mm
3. Separador de metales
4. Criba rotativa
5. Granulado hasta 10mm
6. Compactado del residuo
7. Almacén de producto compactado

5. Distribución en planta

Para la distribución en planta se ha tenido en cuenta el flujo de trabajo expuesto en el apartado anterior y se ha empleado el Método de Guerchet para poder determinar de forma aproximada la superficie requerida por la maquinaria.

La superficie estática (Ses) es la ocupada físicamente por la maquinaria y el equipo empleado. Se va a calcular la superficie de cada una de las máquinas empleadas teniendo en cuenta sus dimensiones expresadas en metros (largo x ancho):

- Granulador 1: $3.5 \times 2.6 = 9.1 \text{ m}^2$
- Separador de metales: $3.37 \times 2.27 = 7.65 \text{ m}^2$
- Criba rotativa: $2.5 \times 12 = 30 \text{ m}^2$
- Granulador 2: $4 \times 4.1 = 16.4 \text{ m}^2$
- Máquina compactadora: $5.9 \times 12.47 = 73.5 \text{ m}^2$

La superficie de gravitación (Sg) es la ocupada por los obreros y por el material empleado en las operaciones de los puestos de trabajo. Se va a calcular multiplicando la superficie estática por el número de lados útiles de cada máquina. Se ha tomado $n=3$ para todas las máquinas excepto para la compactadora, a la cual se asigna $n=2$. Se ha obtenido para cada máquina:

Granulador 1: 27.3 m^2 ; Separador de metales: 22.95 m^2 ; Criba rotativa: 90 m^2 ;

Granulador 2: 49.2 m^2 ; Máquina compactadora: 147 m^2

La superficie de evolución (Sev) es la reservada entre los distintos puestos de trabajo para el desplazamiento del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado. Se calcula como la suma de las superficies de gravitación y evolución multiplicada por el factor de evolución (k). Al tratarse de una industria mecánica se ha tomado el valor de $k=2$, obteniendo:

Granulador 1: 72.8 m^2 ; Separador de metales: 61.2 m^2 ; Criba rotativa: 240 m^2 ;

Granulador 2: 131.2 m^2 ; Máquina compactadora: 441 m^2

La superficie total para cada máquina es:

Granulador 1: 109.2 m^2 ; Separador de metales: 91.8 m^2 ; Criba rotativa: 360 m^2 ;

Granulador 2: 196.8 m²; Máquina compactadora: 661.5 m²

Con los valores obtenidos se ha realizado una tabla (Tabla 1), de la que se ha obtenido la superficie necesaria para desarrollar el proceso productivo en el interior de la nave.

Puestos	Nº de lados útiles	Ses (m2)	Sg (m2)	Sev (m2)	St (m2)
Granulador 1	3	9,1	27,3	72,8	109,2
Detector de metales	3	7,65	22,95	61,2	91,8
Criba rotativa	3	30	90	240	360
Granulador 2	3	16,4	49,2	131,2	196,8
Máquina compactadora	2	73,5	147	441	661,5
Almacén					350
Oficinas					500
Aseo 1					30
Aseo 2					30
Triaje					100
SUMA TOTAL					2429,3

Tabla 1. Superficies

Teniendo en cuenta la superficie calculada se ha llegado a la siguiente distribución en planta:



Imagen 1. Distribución en planta

6. Situación y emplazamiento

Para la ubicación de la nave se ha escogido el polígono La Cova, de Manises. En concreto, la parcela elegida se encuentra en la calle Alcota. Este polígono está a 3.9 km de Manises y aproximadamente a 6.5 km de la planta de residuos de Manises, lo que se traduce en un intervalo de entre 8 y 12 minutos para llegar a cualquiera de los dos destinos. Debido a la cercanía de los dos destinos de mayor importancia de acuerdo con el proceso a llevar a cabo en la nave industrial, se concluye que la ubicación escogida es la más adecuada.

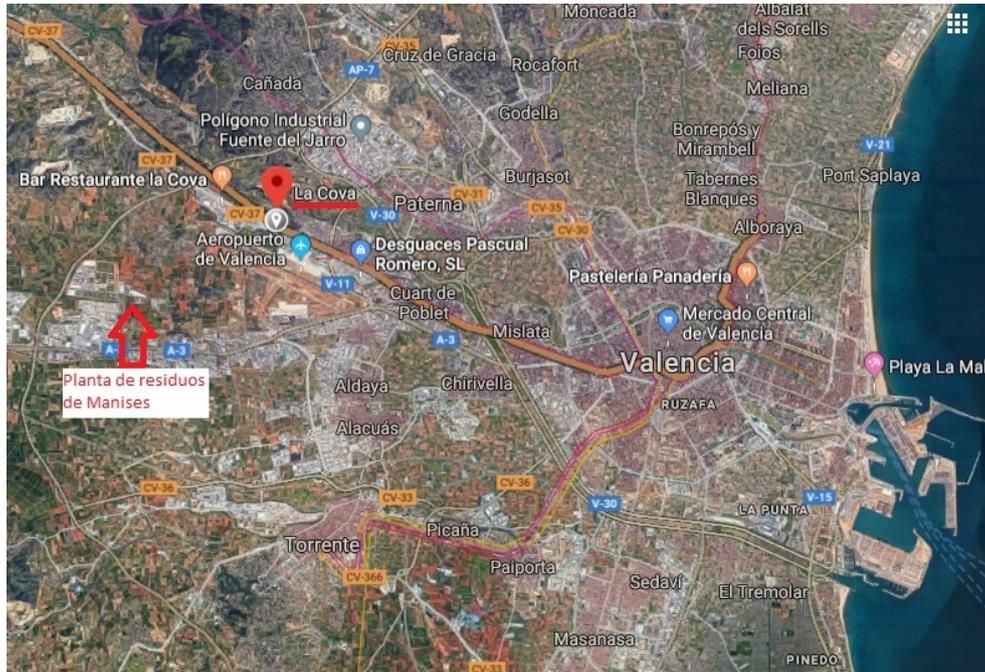


Imagen 2. Localización del polígono 1 (Google Maps)

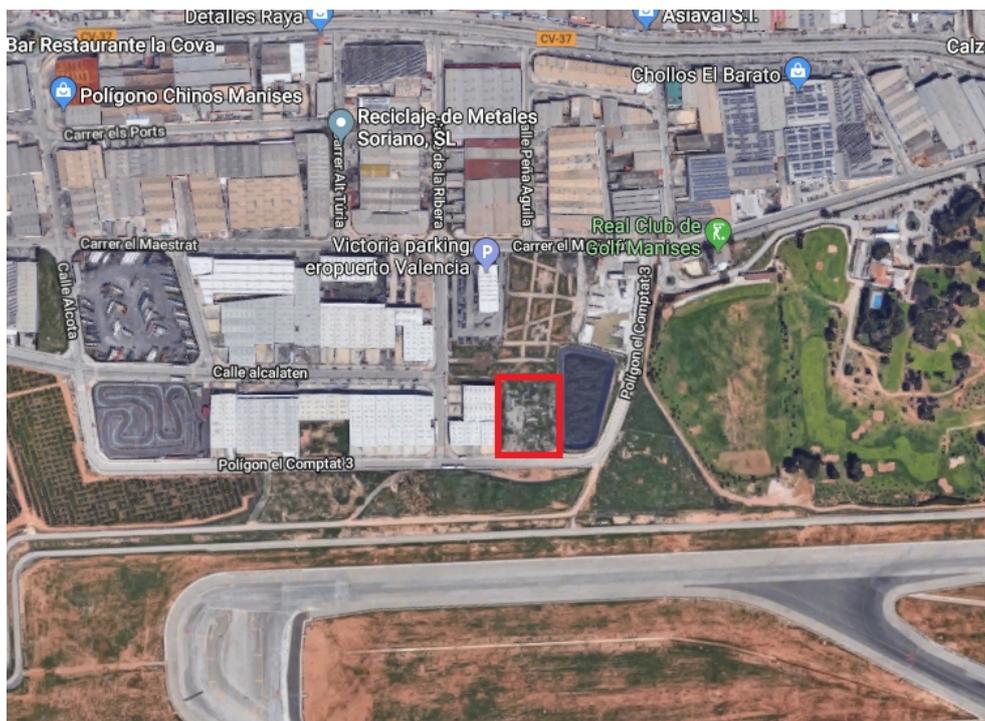


Imagen 3. Localización de la parcela (Google Maps)

7. Requerimientos espaciales

En el apartado 5 se ha determinado que la superficie necesaria es de 2429.3 m², por tanto, se decide proyectar una nave con mordida de 2435 m². La nave principal tiene una luz de 25 metros y una longitud de 63 metros. La nave secundaria tiene 25 metros de luz y 34.4 de longitud. La altura de los pilares es de 7 metros y la de coronación es de 8.25. Se obtiene un volumen total de:

$$(7+8.25) * 0.5 * 2435 = 18566.875 \text{ m}^3$$

Las dimensiones de la parcela escogida y su superficie son de:

$$77.15 * 63.5 = 4900 \text{ m}^2$$

A partir de estos valores se van a obtener los coeficientes de ocupación y edificabilidad y se calcularán los correspondientes coeficientes de cumplimiento:

$$\text{Coeficiente de ocupación: } 18566.875 \text{ m}^3 / 4900 \text{ m}^2 = 3.789$$

$$\text{Coeficiente de edificabilidad: } 2435 \text{ m}^2 / 4900 \text{ m}^2 = 0.497$$

De acuerdo con el Edicto del Ayuntamiento de Manises sobre aprobación definitiva Ordenanza Reguladora de las Condiciones Urbanísticas de los Polígonos Industriales La Cova, Mas de L'Oli y Campo Arenal se colocan unos retranqueos de 5 metros con respecto a los lindes norte, este y oeste y uno de 4,5 metros al sur.

A continuación, se presenta una tabla (Tabla 2) que muestra los valores obtenidos para los coeficientes, así como los valores límite indicados por la normativa del polígono y los coeficientes de cumplimiento:

Coeficientes	Valores calculados	Valores Límite	Coef. Cumplimiento
Ocupación (m3/m2)	3,789	Sin límite (definido por otros parámetros)	-
Edificabilidad (m2/m2)	0,497	0,7	0,71
Altura máxima de pilar (m)	7	10	0,7
Altura máxima de cornisa (m)	8,25	14	0,589285714

Tabla 2. Coef. Cumplimiento

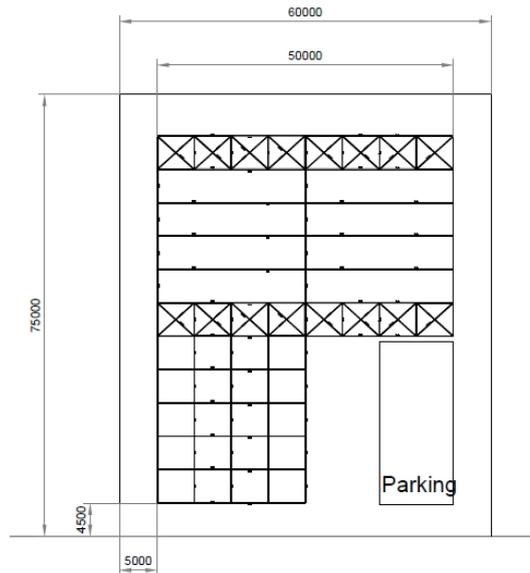


Imagen 4. Dibujo de la parcela

8. Solución adoptada

El edificio propuesto para llevar a cabo las actividades necesarias para el triaje y posterior compactado de los residuos está compuesto por una nave con mordida de estructura metálica. La nave principal tiene unas dimensiones de 63x25 metros y la secundaria tiene unas dimensiones de 34.4x25 metros, ambas con un sistema de pórticos a dos aguas separados entre sí una distancia de 5.73 metros. Los pilares tienen una altura de 7 metros llegándose a una altura máxima en cumbre de 8.25 metros (pendiente del 10%). En los pórticos de fachada se colocarán 5 pilares con una separación de 6.25 metros.

Para el arriostramiento de las fachadas frontales se ha optado por un sistema de vigas contraviento tipo Pratt con las diagonales duplicadas y cruces de San Andrés tanto en las fachadas laterales como en las frontales. De esta forma se garantiza la transmisión de los esfuerzos recibidos hasta la cimentación.

Debido a los gases generados por el proceso que tiene lugar dentro de la nave principal, se ha optado por disponer una serie de aberturas con rejilla en la fachada lateral a una altura de 5.75 metros. En concreto, las rejillas tendrán unas dimensiones de 0.75 metros por 5 metros.

8.1. Actuaciones previas

Dado que en la parcela escogida no hay ninguna edificación construida, la primera tarea a realizar será el desbroce del terreno con el objetivo de acondicionarlo correctamente antes del inicio de las obras. Posteriormente se procederá a nivelar el terreno y realizar las excavaciones necesarias para las zapatas y vigas de atado. La tierra sobrante se trasladará al vertedero más cercano. Por último, será necesario presentar un acta notarial sobre el estado de la nave que linda con la parcela escogida con tal de evitar posibles problemas a lo largo de la ejecución de la construcción.

8.2. Cimentación

Con el objetivo de nivelar la superficie y consolidar un apoyo uniforme para las zapatas, se extiende una capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 de 10 cm de espesor. A continuación, se colocará el armado empleando acero B500S y, finalmente, se verterá el hormigón de la cimentación HA-30/B/20/IIa+Qa.

En total se colocarán 43 zapatas que se van a distribuir, teniendo en cuenta las solicitaciones más importantes, como se detalla a continuación:

- En los pórticos de fachada se dispondrán zapatas centradas rectangulares crecientes en la dirección de mayor momento (eje perpendicular al pórtico de fachada).
- En los pórticos interiores se ha optado por dos tipologías de zapatas, según sean zapatas compartidas por ambas naves o no. De este modo, las zapatas compartidas son centradas rectangulares crecientes en el eje paralelo al pórtico de fachada y el resto son zapatas excéntricas de forma rectangular.

El uso de zapatas excéntricas se justifica con el fin de compensar el par de vuelco lateral hacia el exterior de la nave.

De acuerdo con la norma EHE-08, todos los elementos de la estructura deben tener continuidad entre sí. Por ello se contará también con vigas de atado que sirvan de conexión entre cada una de las zapatas.

8.3. Elementos estructurales

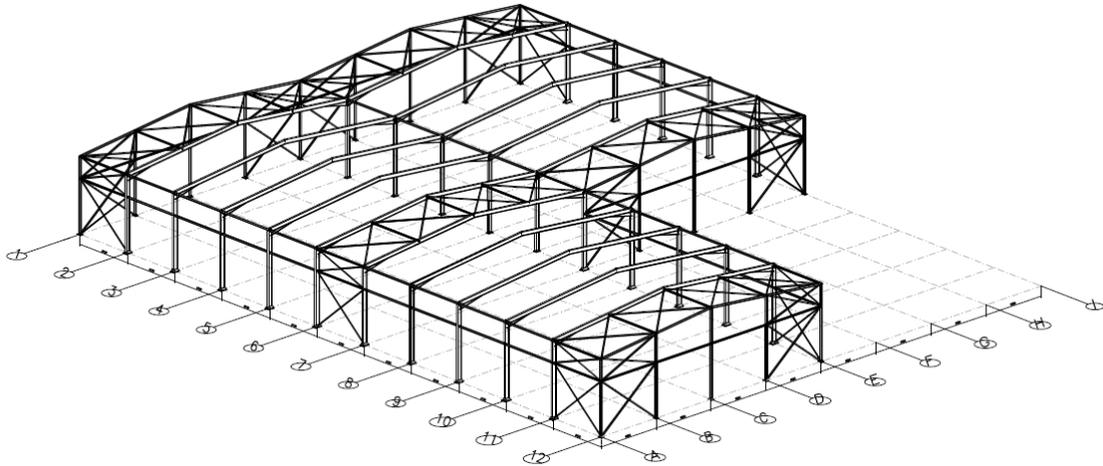


Imagen 4. Vista 3D de la estructura

Como se desprende de la imagen anterior, se trata de una estructura de nave con mordida de pórticos a dos aguas de la que se distinguen otras subestructuras: los pórticos de fachada, los pórticos interiores, la viga perimetral, las vigas contraviento y los sistemas de arriostramiento frontales y laterales. Además, todos los pilares de la nave apoyan en placas de anclaje. Todos los elementos nombrados se van a describir a continuación.

8.3.1. Placas de anclaje

La placa base es de acero S275 y los pernos de acero B500S con un anclaje al hormigón en forma de patilla a 90 grados. En este proyecto se han definido 3 tipos de placas de anclaje, teniendo en cuenta su ubicación y los esfuerzos que han de soportar, que se detallan a continuación:

- Para los pilares de fachada, se tiene en ambas naves placas de anclaje con unas medidas de placa base de 300x400x15 mm, 6 pernos de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud.
- Los pilares de los pórticos interiores presentan unas placas de anclaje con una placa base de 450x650x22 mm, 6 pernos de 25 mm de diámetro y 55 cm de longitud.
- Los pilares compartidos por las dos naves están apoyados sobre placas de anclaje con placas base de 350x500x18 mm, 4 pernos de 20 mm de diámetro y 45 cm de longitud.

Las comprobaciones y dimensionado se han expuesto en el apartado 2.7 del documento “Anexo de cálculo”.

8.3.2. Pórtico interior

Se dispone de dos estructuras de pórticos interiores, la del pórtico interior de la nave principal y el pórtico interior de las dos naves contiguas.

El pórtico interior de la nave principal está formado por dos pilares IPE400 (pórtico biempotrado) y dos jácenas IPE360 con cartelas de 2.5 metros. Estos pórticos se corresponden con las alineaciones 8-9-10-11 de la imagen 4 (Vista 3D de la estructura).

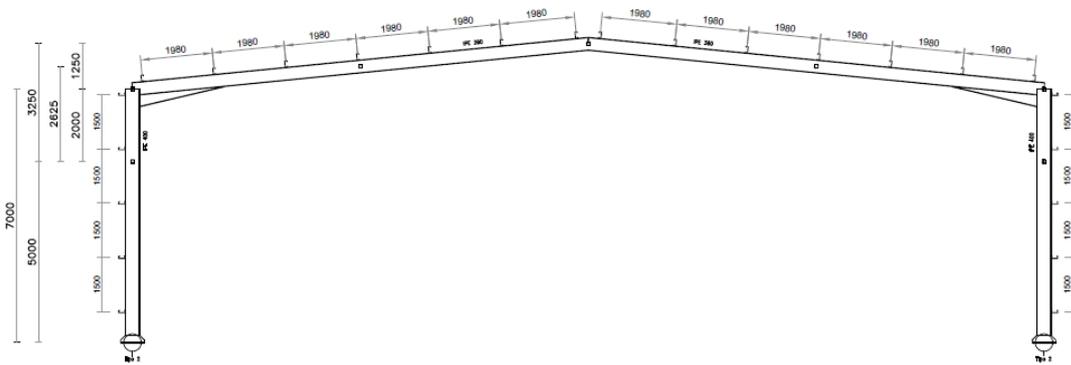


Imagen 5. Pórtico Tipo

Para la estructura de los pórticos interiores de las naves contiguas se ha empleado una configuración de dos pórticos adyacentes. Para los pilares exteriores se ha empleado el perfil IPE400 mientras que para el pilar central basta con usar un perfil IPE330. En el caso de la jácena se ha escogido, igual que para el pórtico interior de la nave principal, un perfil IPE360 con cartelas de 2.5 metros. Estos pórticos se corresponden con las alineaciones 2-3-4-5-6 de la imagen 4 (Vista 3D de la estructura).

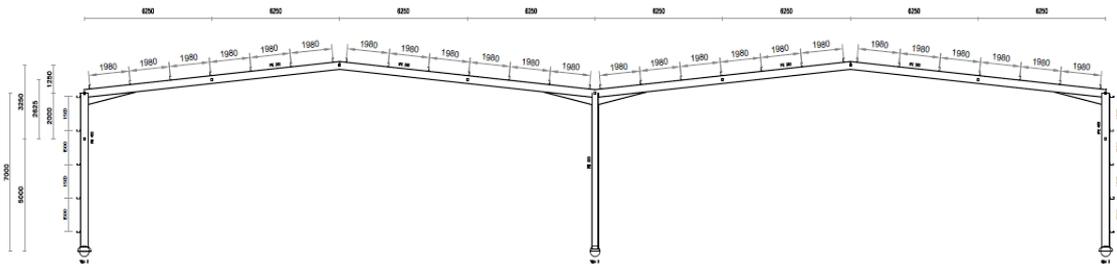


Imagen 6. Pórtico interior alineaciones 2-3-4-5-6

La luz de cada uno de los pórticos será la de la nave (25 metros), la altura de los pilares será de 7 metros y la de coronación, de 8.25 metros. Todos los pórticos tienen una crujía de 5.73 metros.

8.3.3. Pórtico de fachada

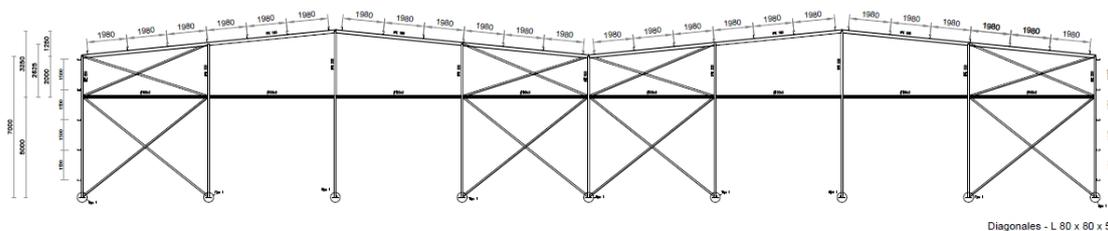


Imagen 7. Pórtico Fachada Alineación 1

En el caso de las alineaciones 1 y 12, la estructura está formada por dos pilares IPE200 (pórtico biempotrado) y dos jácenas IPE160. Debido a que estos pórticos van a tener que soportar esfuerzos en su plano se va a disponer de pilares intermedios (hastiales) que estarán separados

a 6.25 metros. Cuando los esfuerzos actúen sobre el cerramiento, éstos serán transmitidos por las correas hasta los pilares hastiales, y posteriormente hasta la viga contraviento y la cimentación. Para arriostrar estos pórticos se empleará una viga de perfil tubular cuadrado a lo largo de toda la luz del pórtico con una altura de galibo de 5 metros para reducir la longitud de pandeo de los pilares del pórtico. Además, para el arriostramiento lateral de la estructura, se dispondrán cruces de San Andrés a ambos lados de la estructura, como se puede comprobar en la imagen 7. También cabe destacar que en el caso de la alineación 12 solo hay un pórtico dado que las dos naves tienen una longitud diferente.

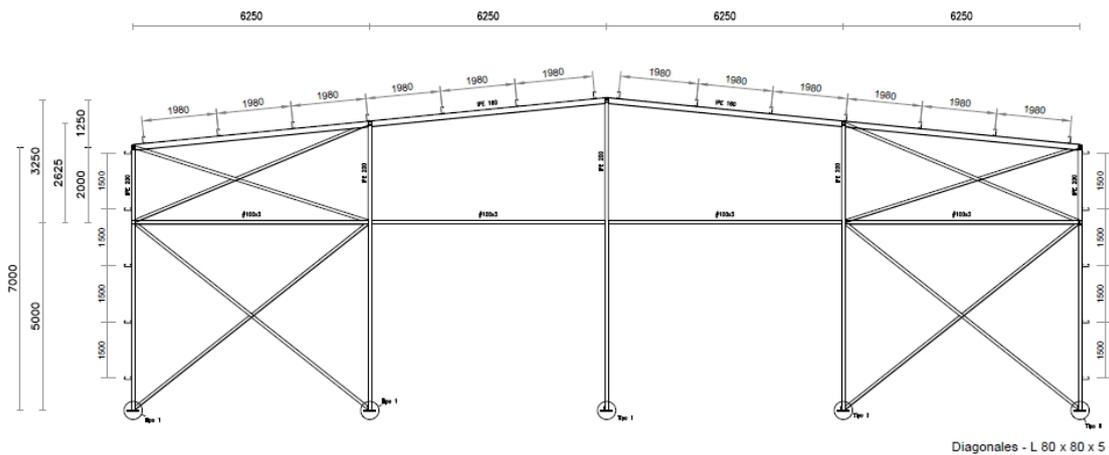


Imagen 8. Pórtico Fachada Alineación 12

La alineación 7 se trata de un caso especial, pues coincide uno de los pórticos interiores de la nave principal con el pórtico de fachada de la nave secundaria. Constructivamente se trata de una combinación de las dos tipologías descritas anteriormente, con un pilar de perfil IPE400 y jácenas IPE360 con cartelas de 2.5 metros para el pórtico interior y, para el pórtico de fachada de la nave secundaria, un pilar de perfil IPE200 y jácenas de perfil IPE160, compartiendo ambas naves un pilar central de perfil IPE400.

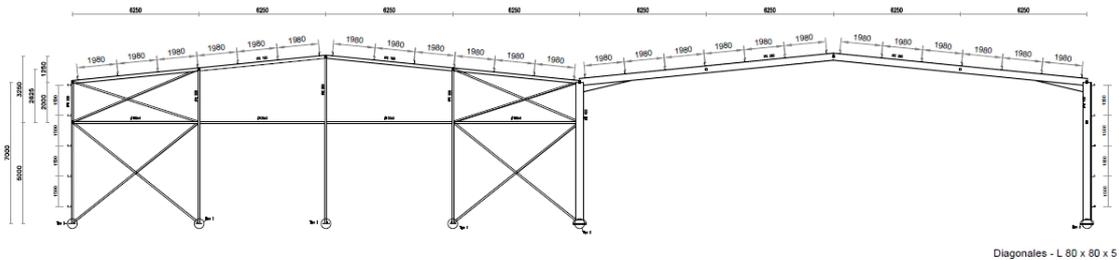


Imagen 9. Pórtico Fachada Alineación 7

8.3.4. Fachadas laterales

Las fachadas laterales se corresponden con las alineaciones A, E e I de la imagen 4 (Vista 3D de la estructura). Para las fachadas laterales se dispondrán, como en el caso de los pórticos de fachada, cruces de San Andrés en las alineaciones 1-2 y 6-7 de las alineaciones A e I y en las alineaciones 11-12 de las alineaciones A y E. Otro elemento principal de las fachadas laterales es la viga perimetral, un elemento que trabajará a tracción al igual que las diagonales de las

cruces de San Andrés. El perfil seleccionado para las vigas perimetrales será un IPE140. Se dispondrán dos vigas perimetrales en cada alineación A, E e I, con la excepción de que la alineación E dispondrá en las alineaciones 2 a 7 de una única viga perimetral.

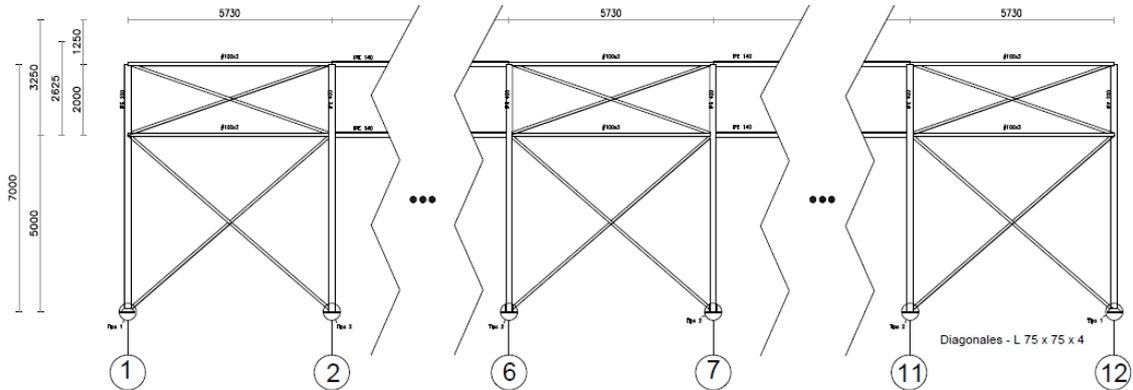


Imagen 10. Fachada lateral alineación A

8.3.5. Vigas Contraviento

El sistema de vigas contraviento se colocará en la cubierta de la nave, concretamente en las alineaciones 1-2, 6-7 y 11-12. Para este proyecto se ha optado por emplear una configuración de tipo Pratt. Es importante destacar que el sistema de viga contraviento de la nave pequeña se sitúa en la alineación 6-7, lo que obliga a hacer lo mismo en la nave principal. Los perfiles empleados para las diagonales y montantes serán, respectivamente, perfiles en L (L 75x75x4) y perfiles tubulares cuadrados (#90x3) (apartado 2.5 de Anexo de cálculo).

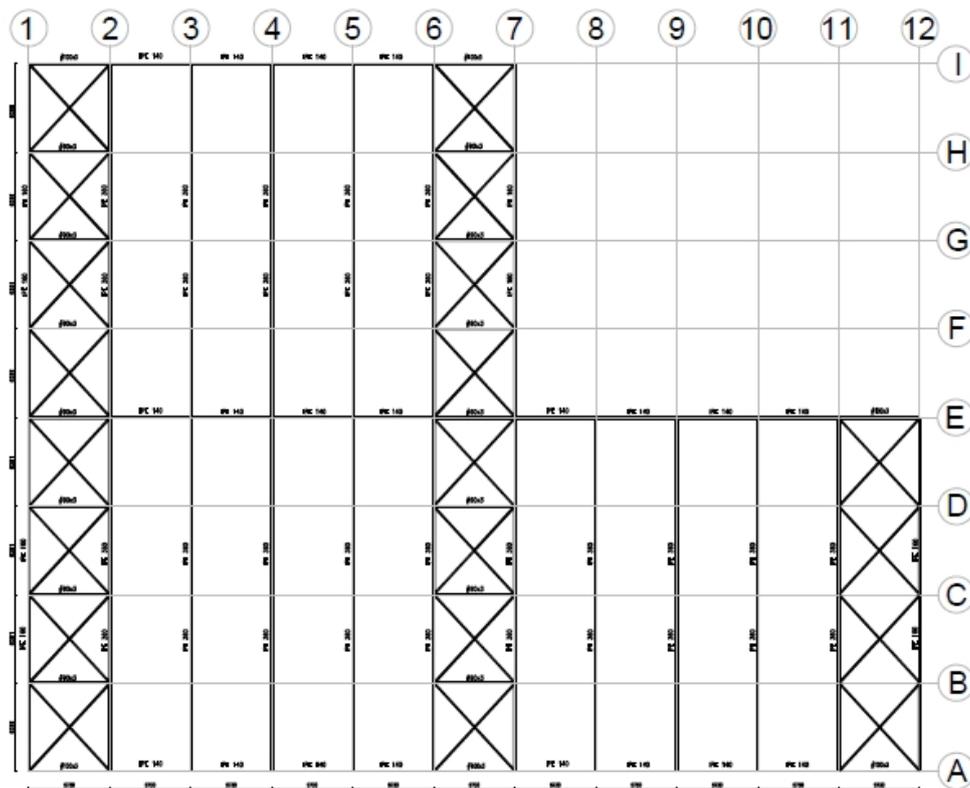


Imagen 11. Cubierta en vista proyectada

8.4. Elementos constructivos

8.4.1. Solera

Para la solera se colocará primero una capa de áridos compactados de 15 centímetros de espesor, sobre la que se apoyará una losa de 15cm de hormigón HA-30/B/20/IIa+Qa con una malla de acero corrugado B500T. Entre la capa de hormigón y la de áridos, se dispondrá una lámina de polietileno para minimizar, en caso de que aparezcan, las tensiones debido a la contracción del hormigón durante el fraguado y se colocarán, también, sus respectivas juntas de dilatación y contracción.

8.4.2 Cerramientos laterales

En todas las fachadas se dispondrán paneles prefabricados de hormigón de 3 metros de altura y 12 centímetros de espesor. En las fachadas laterales se cubrirá la superficie restante por paneles sándwich de 35 milímetros de espesor, ya que garantizan un buen aislamiento térmico y acústico. En las fachadas frontal y trasera se colocarán dos puertas basculantes de chapa de acero galvanizado (una para cada nave) de 4.8x5 metros, incluyendo el marco de estas (dimensiones efectivas de 4x4.5 metros). También se dispondrán en ambas fachadas un total de 6 ventanas (3 ventanas por cada nave), de vidrio templado incoloro de 6 milímetros de espesor y con unas dimensiones de 3.6x1.4 metros. Se alineará el límite superior de las ventanas para que coincida con el marco de las puertas (5 metros). Para cubrir el resto de la superficie de las fachadas frontal y trasera se empleará el mismo panel sándwich que se va a colocar en las fachadas laterales.

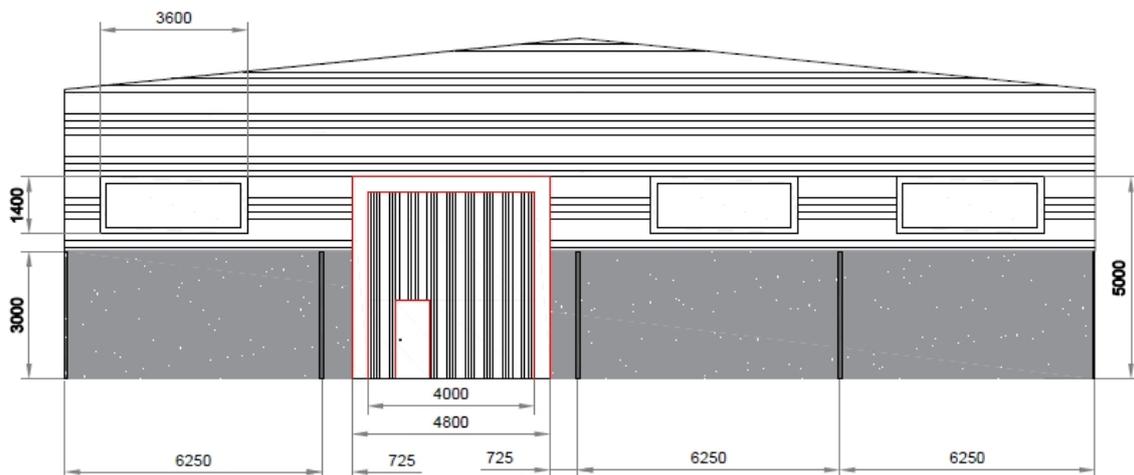


Imagen 12. Cerramiento de Fachada Frontal

En la cubierta se dispondrán 22 lucernarios de 1.75x5.25 metros de placas de polimetacrilato. El resto de la superficie estará cubierto por paneles sándwich con chapas de acero y una capa aislante de 30 mm de espesor, siendo la principal ventaja de esta configuración el poco peso que presentan en comparación con otros sistemas de aislamiento.

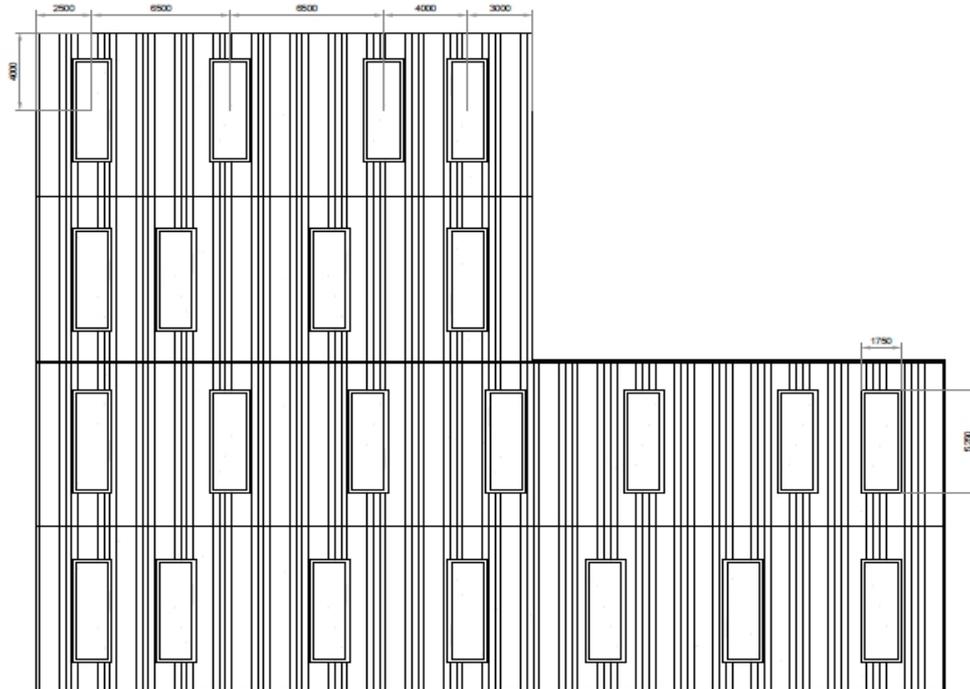


Imagen 13. Cerramiento de Cubierta

8.4.3 Correas

En dirección longitudinal a la estructura, se dispondrán correas con la finalidad de recibir los esfuerzos sobre el cerramiento y transmitirlos a los pórticos. Se ha optado para este proyecto por las correas de perfil CF. Después de realizar los cálculos pertinentes, las correas más adecuadas tanto para cubierta como para cerramientos laterales son las correas de perfil CF-180x2.5, lo cual facilita el pedido a realizar puesto que solo hay que solicitar un tipo de perfil. En concreto, se van a disponer 6 correas CF-180x2.5 en los laterales de la nave (3 a cada lado) con una separación de 1.5 metros y 28 correas CF-180x2.5 en la cubierta con una separación de 1.98 metros.

9. Resumen del presupuesto

A continuación, se presenta de manera resumida, el presupuesto del proyecto en el que se incluye el coste de la mano de obra, la maquinaria requerida y todos los materiales necesarios. Una descripción más detallada del presupuesto se encuentra en el documento IV: Presupuesto.

1 Acondicionamiento del terreno .		30.836,32
2 Cimentaciones		
	2.1 Regularización	
	2.1.1 Hormigón de limpieza .	2.227,35
	Total 2.1 Regularización	2.227,35

	2.2 Superficiales		
	2.2.1 Zapatas .		20.324,67
	Total 2.2 Superficiales		20.324,67
	2.3 Arriostramientos		
	2.3.1 Vigas entre zapatas .		3.952,73
	Total 2.3 Arriostramientos		3.952,73
	Total 2 Cimentaciones		26.504,75
3 Estructuras			
	3.1 Acero		
	3.1.1 Montajes industrializados .		108.380,45
	3.1.2 Pilares .		6.657,64
	Total 3.1 Acero		115.038,09
	Total 3 Estructuras		115.038,09
4 Cerramientos .			
			473.516,28
		Presupuesto de ejecución material (PEM)	645.895,44
		13% de gastos generales	83.966,41
		6% de beneficio industrial	38.753,73
		Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	768.615,58
		21% IVA	161.409,27
		Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	930.024,85
Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de NOVECIENTOS TREINTA MIL VEINTICUATRO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS.			

10. Bibliografía

- Instrucción española del Hormigón Estructural (EHE-08).
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Manual de la asignatura “Cad para el Cálculo de Estructuras Industriales”. Héctor Saura Arnau, Antonio Hospitaler Pérez, José Miguel Montalvá Subirats y Vicente Alberó Gabarda.
- Diapositivas y apuntes de la asignatura “Proyectos” (ETSII UPV).
- Apuntes de las asignaturas “Cad para el Cálculo de Estructuras Industriales” y “Cad Básico en Ingeniería de la Construcción” (ETSII UPV).
- Diapositivas y apuntes de la asignatura “Tecnología de la Construcción” (ETSII UPV).

2. ANEXO DE CÁLCULO

ÍNDICE

1. Datos de obra	5
1.1. Normas consideradas.....	5
1.2. Acciones	5
1.2.1. Peso propio	5
1.2.2. Sobrecarga de uso	6
1.2.3. Viento	6
1.2.4. Nieve.....	9
1.3. Combinaciones de cálculo.....	11
1.4. Materiales utilizados	14
2. Estructura	15
2.1. Geometría	15
2.2. Pórtico tipo.....	15
2.3. Pórtico fachada	17
2.4. Cruz de San Andrés y Viga Perimetral	19
2.5. Viga contraviento	21
2.6. Correas	22
2.6.1. Correas en cubierta	22
2.6.2. Correas en fachada.....	29
2.7. Placas de anclaje	35
3. Cimentación	39
3.1. Zapatas	39
3.1.1. Descripción	39
3.1.2. Comprobación	40
3.2. Vigas	42
3.2.1. Descripción	42
3.2.2. Comprobación.....	42

1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Este proyecto ha sido realizado siguiendo la normativa actual española, la correspondiente al Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 el 17 de marzo de 2006 y la instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por el Real Decreto 1247/2008 el 18 de Julio de 2008.

Dentro del CTE DB SE, se ha aplicado la normativa de los siguientes documentos:

- Aceros laminados y armados (CTE DB SE-A).

1.2. Acciones

Durante el periodo de servicio del edificio, tendrán lugar múltiples situaciones de carga que deberán ser soportadas por la estructura. Las acciones se clasificarán en permanentes, variables o accidentales, según su naturaleza. A continuación, se detallan dichas acciones así como los datos a destacar de cada una de ellas.

1.2.1 Peso propio

Se trata de una acción de valor constante clasificada como permanente (G). Tiene en cuenta los pesos de todos los elementos estructurales y los cerramientos.

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 5.73 m

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.15 kN/m²
- Sobrecarga del cerramiento: 0.40 kN/m²

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 0.15 kN/m²

Correas

- Peso de correas en cubierta: 177.71 kg/m
- Peso de correas en laterales: 76.16 Kg/m

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

1.2.2. Sobrecarga de uso

Esta acción es variable y es debida al peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio. Para este proyecto se ha considerado la sobrecarga de uso G1 (cubiertas accesibles únicamente para conservación y con inclinación inferior a 20°) con un valor de 0.40 kN/m². Este valor se extrae directamente de la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

Imagen 1. Valores sobrecargas de uso (CTE DB-SE-AE)

1.2.3. Viento

La acción del viento es variable y para calcularla se emplea la siguiente fórmula extraída del CTE:

$$q_e(z) = q_b \cdot C_e(z) \cdot C_p$$

Seguidamente se detallan cada uno de los términos de la expresión anterior:

q_e : presión estática.

q_b : presión dinámica. Obtenida a partir de: $q_b = 0.5 \cdot \delta \cdot v_b$, donde δ es la densidad del viento y v_b es el valor básico de su velocidad, que depende de la situación geográfica (Imagen 2).

C_e : Coeficiente de exposición. Es función del grado de aspereza de la zona y de la altura de cumbrera.

C_p : Coeficiente de presión. Pondera la forma en que el viento incide sobre el edificio.



Imagen 2. Valor básico de la velocidad del viento (CTE DB-SE-AE)

Para tener en cuenta las hipótesis más desfavorables de todas las situaciones posibles durante la vida útil del edificio se seguirá el procedimiento indicado en el CTE-SE-AE. Para el caso que nos ocupa se emplearán las tablas mostradas a continuación:

Tabla D.3 Paramentos verticales

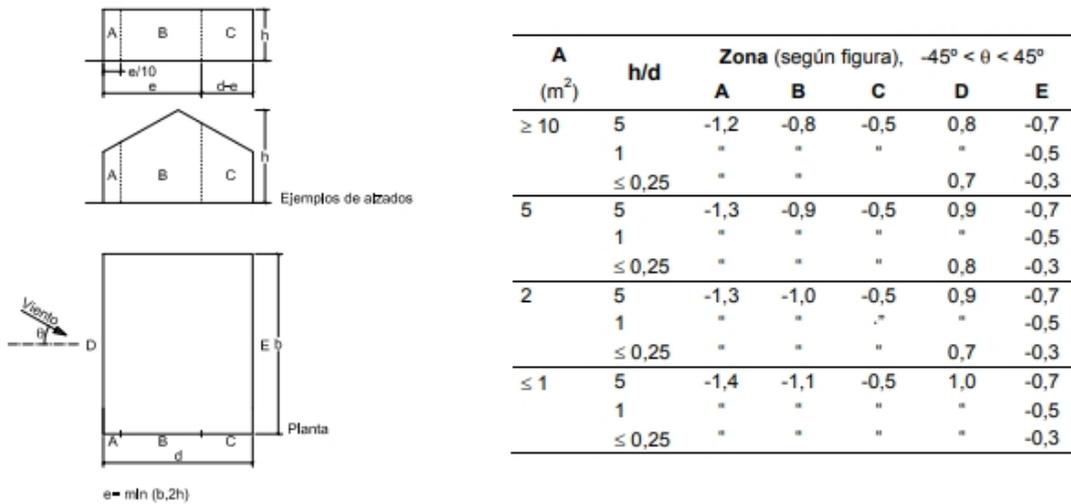
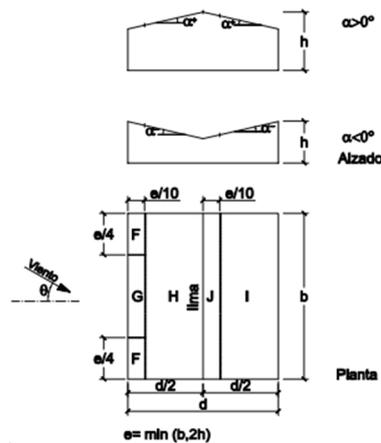


Imagen 3. Paramentos verticales (CTE DB-SE-AE)

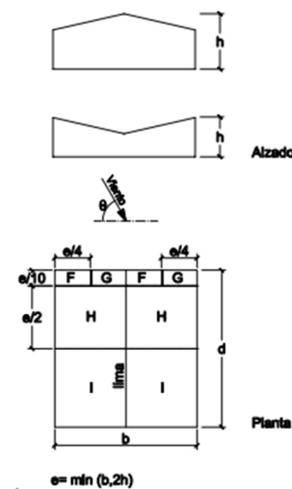
Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas

a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



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

b) Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Nota:

- No se deben mezclar valores positivos y negativos en una sola cara.

Imagen 4. Cubiertas a dos aguas (CTE DB-SE-AE)

Para este proyecto se tomará como velocidad básica del viento 26 m/s (zona eólica A) y grado de aspereza IV (zona urbana, industrial o forestal) y se calculará para un periodo de servicio de 50 años. A continuación, se presentan de forma esquemática las diferentes hipótesis calculadas:

- 1 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 2 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 3 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 4 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 5 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 6 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

1.2.4 Nieve

La acción de nieve es variable puesto que la distribución e intensidad de la carga de nieve sobre el edificio van a depender de la zona climática donde se ubica la nave, el relieve del entorno y los efectos del viento. La carga de nieve se puede calcular con la expresión $q_n = \mu \cdot S_k$, donde:

μ es el coeficiente de forma, empleado para ponderar la inclinación de la cubierta, la presencia de resaltos, etc...

S_k es el valor característico de la carga de nieve sobre terreno horizontal, cuyo valor depende de la zona geográfica y de la altitud respecto al nivel del mar.



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,8	4,0	-	-	8,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Imagen 5. Zonas de clima invernal y valores de S_k (CTE DB-SE-AE)

Para el edificio que nos ocupa, se tomará $\mu=1$ (cubierta sin resaltos), zona 5 de clima invernal y una altitud topográfica de 52 metros, obteniéndose un valor característico de la carga de nieve (S_k) de 0.226 kN/m². Los modelos de carga del CTE DB-SE-AE solo cubren los casos del depósito natural de la nieve, teniendo en cuenta que la acción del viento puede cargar más un faldón que otro, en función del sentido en el que actúe, por ello, los casos de distribución de nieve que se calcularán son los que se presentan en las tres imágenes siguientes:

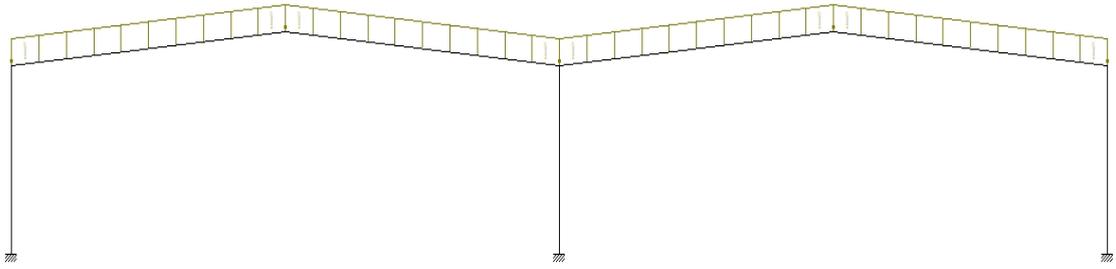


Imagen 6. Estado inicial

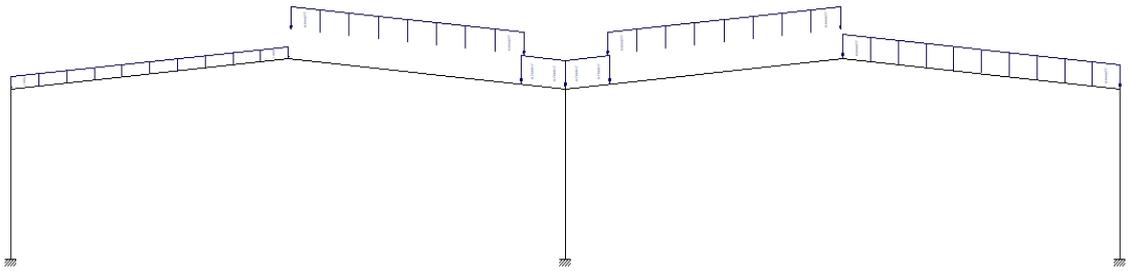


Imagen 7. Redistribución 1

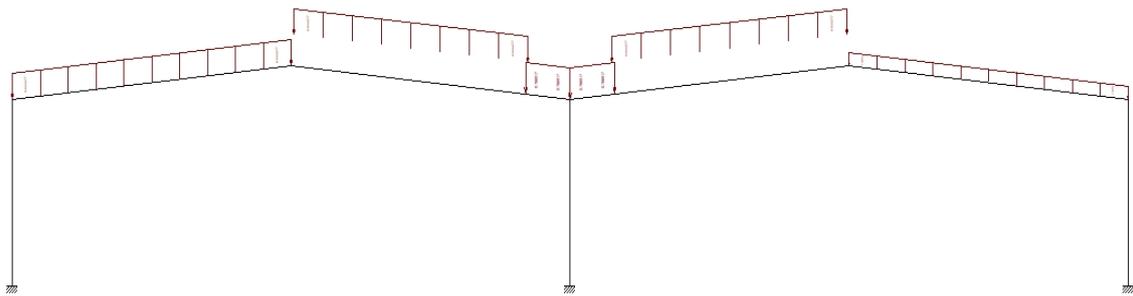


Imagen 8. Redistribución 2

1.3. Combinaciones de cálculo

Tanto la norma EHE-08 como el CTE recogen los requisitos relativos a la resistencia mecánica, a la aptitud de servicio y a la estabilidad del edificio que deben cumplir las estructuras para ser consideradas seguras. El fallo en el cumplimiento de alguno de los requisitos citados anteriormente se produce cuando se supera alguno de los estados límite. Se distinguen dos tipos de estados límite:

- Estados Límite Últimos (E.L.U.): Están vinculados a la capacidad portante de la obra, es decir, su aptitud para asegurar, con la fiabilidad requerida, la estabilidad y resistencia de esta durante su periodo de servicio. De ser superados, constituyen un riesgo para las personas.
- Estados Límite de Servicio (E.L.S.): Se relacionan con la aptitud de servicio, es decir, la capacidad de asegurar el funcionamiento de la obra, el confort de los usuarios y del aspecto visual. De ser superados, se considera que la obra no cumple alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido proyectada.

A continuación, se presentan los estados límite calculados en nuestro edificio industrial:

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

Tabla 1. Estados límite

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

- Con coeficientes de combinación

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

- Sin coeficientes de combinación

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

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

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

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08

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

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

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

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

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

Tensiones sobre el terreno

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

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

Desplazamientos

Integridad no G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	0.500

Integridad si G1				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.001	0.001	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000

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

1.4. Materiales utilizados

Para este proyecto se han utilizado los siguientes tipos de acero estructural, expuestos a continuación junto con sus características más relevantes:

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

Acero laminado S275: Límite elástico de 275 MPa y tensión de rotura aproximada de 410 MPa. Empleado en pórticos interiores y de fachada, vigas perimetrales y en el sistema de contraviento.

Acero conformado S235: Límite elástico de 235 MPa y tensión de rotura aproximada de 360 MPa empleado en las correas.

Para la cimentación, los dos tipos de hormigón y de acero a emplear son los siguientes:

Hormigón armado HA-30/B/20/Ila+Qa: Este hormigón presenta una resistencia característica de 25 MPa, consistencia blanda, tamaño máximo de árido de 20mm, clase general de exposición Ila (humedad alta) y clase específica Qa (química débil). Se usará para las zapatas y vigas de atado.

Hormigón de limpieza HL-150/B/20: Resistencia característica de 150 MPa, consistencia blanda y tamaño máximo de árido de 20mm.

Acero corrugado B500S: Límite elástico de 500 MPa y tensión de rotura aproximada de 550 MPa. Este acero se empleará en las armaduras de la cimentación y en los pernos de las placas de anclaje.

2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

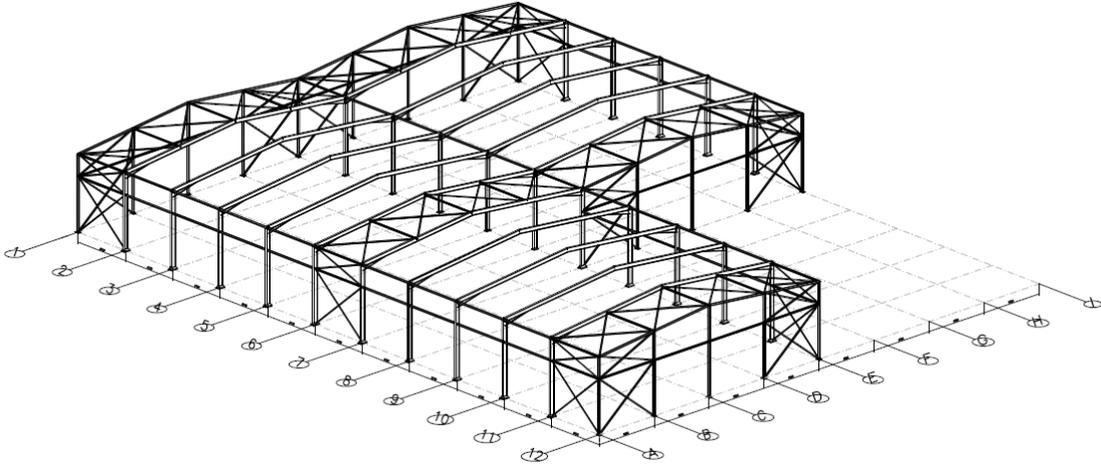


Imagen 9. Vista 3D de la estructura

La obra proyectada está compuesta por dos naves adyacentes. La nave principal es de 63x25 metros y la secundaria tiene una mordida de forma que sus dimensiones son de 34.4x25 metros. Se ha empleado un sistema de pórticos a dos aguas separados entre sí una distancia de 5.73 metros. La altura de los pilares y la de cumbrera es, respectivamente, de 7 y 8.25 metros (pendiente del 10%). En los pórticos de fachada se dispondrán 5 pilares con una separación entre ellos de 6.25 metros. A continuación, se procede a desglosar las comprobaciones pertinentes para cada uno de los subsistemas que conforman la estructura.

2.2. Pórtico tipo

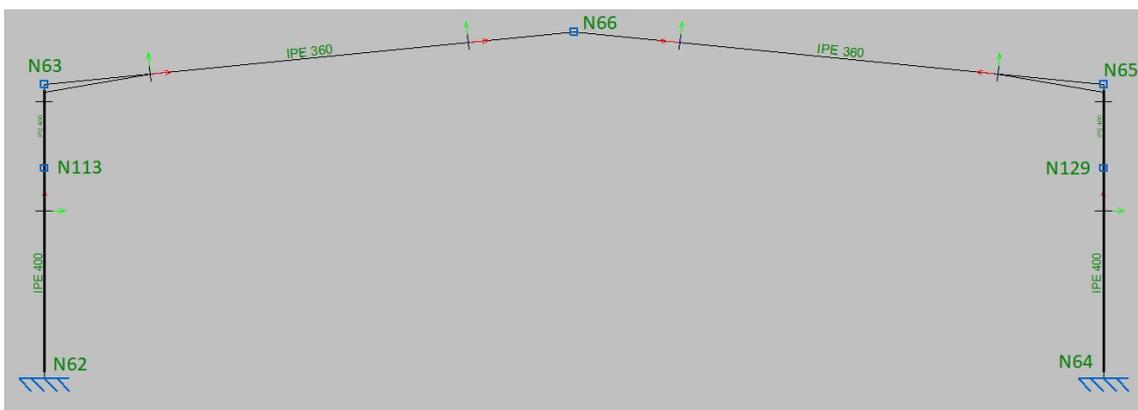


Imagen 10. Nudos pórtico interior

2.2.1. Descripción

Descripción									
Material	Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)	
Acero laminado	S275	N62/N113	N62/N63	IPE 400 (IPE)	5.000	0.70	1.96	-	-
		N63/N66	N63/N66	IPE 360 (IPE)	12.361	0.16	1.99	-	-
Notación: Ni: Nudo inicial Nf: Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb _{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb _{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.2.2. Flechas

Las comprobaciones de flecha aparecen recogidas en la tabla inferior, donde se ha utilizado la siguiente notación:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N62/N63	2.188	0.23	6.482	20.30	1.875	0.43	6.482	33.40	
	1.875	L/(>1000)	6.482	L/319.3	1.875	L/(>1000)	6.482	L/319.3	
N63/N66	2.501	0.04	5.582	12.88	2.501	0.07	5.582	23.58	
	2.501	L/(>1000)	5.582	L/960.1	2.501	L/(>1000)	5.582	L/960.3	

2.2.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

A continuación, se muestra una tabla resumen de las comprobaciones pertinentes a los estados límite últimos:

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N62/N113	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 5 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 47.6$	x: 0 m $\eta = 1.2$	$\eta = 9.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 51.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 4.9$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 51.8$
N63/N66	x: 2.7 m $\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.825 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 12.562 m $\eta = 2.0$	x: 2.7 m $\eta = 15.2$	x: 0.201 m $\eta = 44.8$	x: 2.7 m $\eta < 0.1$	x: 2.545 m $\eta = 9.8$	V _{ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽²⁾	x: 2.702 m $\eta = 58.3$	$\eta < 0.1$	x: 2.702 m $\eta < 0.1$	x: 2.545 m $\eta = 4.1$	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE $\eta = 58.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	M_t	$M_t V_z$	
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> $\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $N M_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $N M_y M_z V_y$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra η: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽²⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. 															

2.3. Pórtico fachada

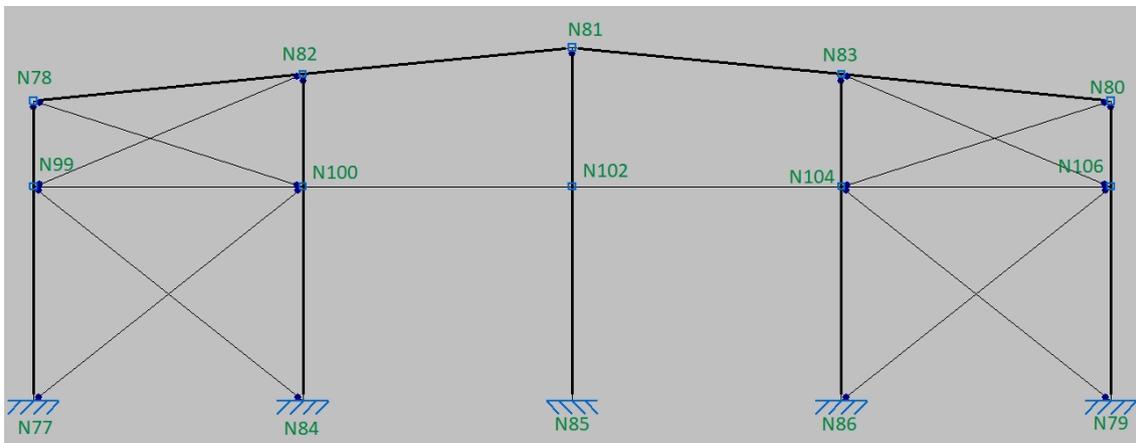


Imagen 11. Nudos pórtico fachada

2.3.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil (Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N77/N99	N77/N78	IPE 200 (IPE)	4.950	0.70	0.70	-	-
		N78/N82	N78/N81	IPE 160 (IPE)	6.235	0.32	1.00	-	-
		N85/N102	N85/N81	IPE 200 (IPE)	4.950	0.70	1.16	-	-
		N99/N100	N99/N100	#100x3 (Huecos cuadrados)	6.250	1.00	1.00	-	-
		N77/N100	N77/N100	L 80 x 80 x 5 (L)	7.923	0.00	0.00	-	-

2.3.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N77/N78	2.475	14.86	2.475	0.83	2.475	23.89	2.475	1.06
	2.475	L/345.2	2.475	L/(>1000)	2.475	L/345.2	2.475	L/(>1000)
N78/N81	2.494	8.09	2.806	12.36	2.494	13.88	2.806	18.55
	2.494	L/(>1000)	2.806	L/505.8	2.494	L/(>1000)	2.806	L/506.0
N85/N81	4.331	0.22	4.641	18.33	4.331	0.44	4.641	36.52
	4.331	L/(>1000)	4.641	L/432.0	4.331	L/(>1000)	4.641	L/432.0
N99/N100	3.516	0.80	2.344	4.00	3.516	1.44	2.344	6.30
	3.516	L/(>1000)	2.344	L/(>1000)	3.516	L/(>1000)	2.344	L/(>1000)
N77/N100	7.428	0.00	7.428	0.00	7.428	0.00	7.428	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

2.3.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N77/N99	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.95 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 26.4$	x: 0 m $\eta = 14.7$	x: 0 m $\eta = 66.3$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 3.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 77.6$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 3.2$	CUMPLE $\eta = 77.6$
N78/N82	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 6.234 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 6.8$	x: 6.235 m $\eta = 34.3$	x: 6.235 m $\eta = 9.1$	x: 6.235 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	$\eta < 0.1$	x: 0.312 m $\eta < 0.1$	x: 6.235 m $\eta = 43.1$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.0$	x: 6.235 m $\eta = 6.9$	x: 0 m $\eta = 0.3$	CUMPLE $\eta = 43.1$
N85/N102	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.95 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 17.0$	x: 0 m $\eta = 78.7$	x: 0 m $\eta = 1.2$	x: 0 m $\eta = 12.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 80.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 80.7$
N99/N100	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.0$	$\eta = 23.1$	x: 0 m $\eta = 11.0$	x: 6.25 m $\eta = 1.8$	x: 6.25 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 34.0$	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 6.25 m $\eta = 0.8$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 34.0$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$		
N77/N100	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 15.8$	

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁷⁾ 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.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.4. Cruz de San Andrés y Viga Perimetral

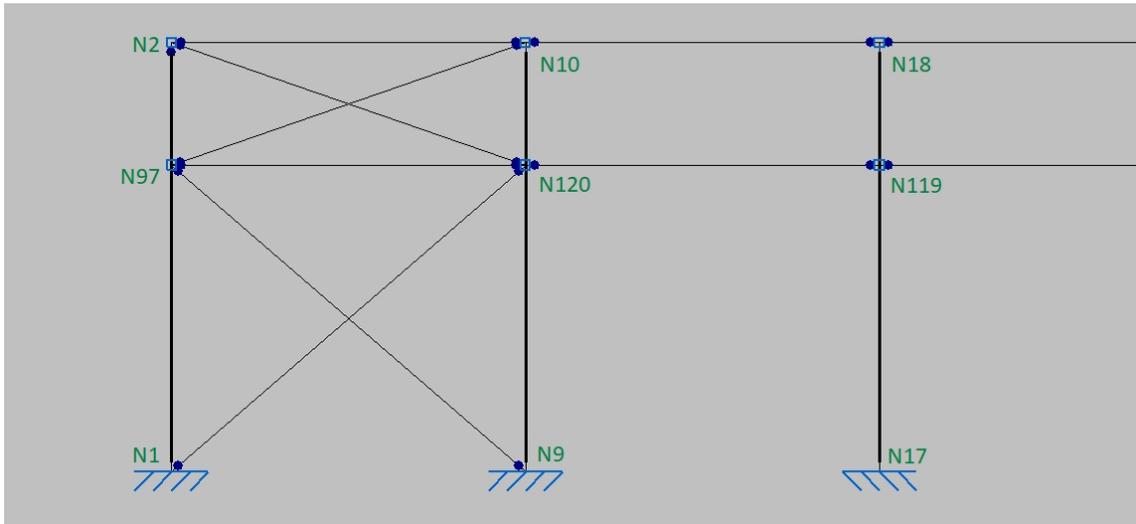


Imagen 12. Nudos fachada lateral

2.4.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb ^{Sup.} (m)	Lb ^{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N120/N119	N120/N119	IPE 140 (IPE)	5.730	0.00	0.00	-	-
		N97/N120	N97/N120	#100x3 (Huecos cuadrados)	5.630	1.00	1.00	-	-
		N1/N120	N1/N120	L 75 x 75 x 4 (L)	7.472	0.00	0.00	-	-
Notación: <i>Ni</i> : Nudo inicial <i>Nf</i> : Nudo final β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY' β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ' Lb ^{Sup.} : Separación entre arriostramientos del ala superior Lb ^{Inf.} : Separación entre arriostramientos del ala inferior									

2.4.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N120/N119	3.581	0.00	2.865	1.57	4.656	0.00	2.865	1.57	
	-	L/(>1000)	2.865	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.865	L/(>1000)	
N97/N120	5.278	0.00	2.815	3.12	5.278	0.00	2.815	3.12	
	-	L/(>1000)	2.815	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.815	L/(>1000)	

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N1/N120	7.005	0.00	3.736	0.00	7.005	0.00	7.005	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

2.4.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N_M M_z$	$N_M M_z V_y$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N120/N119	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.358 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 3.0$	$\eta = 1.9$	x: 2.865 m $\eta = 3.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.358 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.865 m $\eta = 6.0$	x: 0.358 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 6.0$
N97/N120	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.452 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$\eta = 2.5$	$\eta = 41.1$	x: 2.915 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.1 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.452 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.915 m $\eta = 44.4$	x: 0.452 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 44.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N_M M_z$	$N_M M_z V_y$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N1/N120	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 20.0$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 20.0$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽⁷⁾ 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.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.5. Viga contraviento

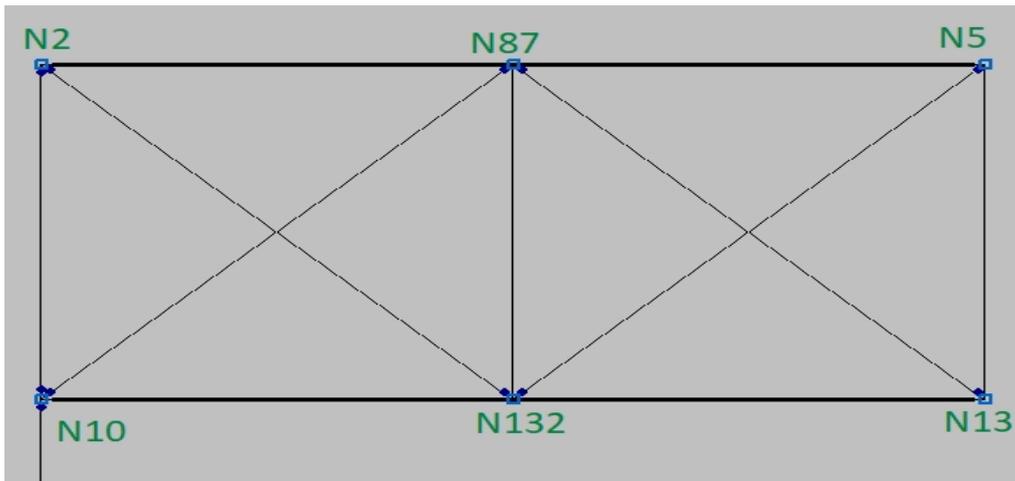


Imagen 13. Nudos viga contraviento

2.5.1. Descripción

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	Lb _{Sup.} (m)	Lb _{Inf.} (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	N87/N132	N87/N132	#90x3 (Huecos cuadrados)	5.730	1.00	1.00	-	-
		N87/N13	N87/N13	L 75 x 75 x 4 (L)	8.378	0.00	0.00	-	-

Notación:
 Ni: Nudo inicial
 Nf: Nudo final
 β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
 β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
 Lb_{Sup.}: Separación entre arriostramientos del ala superior
 Lb_{Inf.}: Separación entre arriostramientos del ala inferior

2.5.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Flechas									
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz		
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz		
	Pos. (m)	Flecha (mm)							
N87/N13 2	3.939	0.32	2.507	6.45	3.939	0.50	2.507	11.85	
	1.433	L/(>1000)	2.507	L/888.8	1.433	L/(>1000)	2.507	L/889.3	
N87/N13	6.284	0.00	5.760	0.00	7.854	0.00	5.236	0.00	
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	

2.5.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N87/N13 2	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.1$	$\eta = 64.4$	x: 0.716 m $\eta = 14.7$	x: 5.73 m $\eta = 1.3$	x: 5.73 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 82.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 5.1$	x: 5.73 m $\eta = 0.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 82.3$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y$	$N M_y M_z V_y$	M_t	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N87/N 13	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 22.8$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 22.8$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁵⁾ 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.

⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.6. Correas

Para las correas se ha optado por utilizar perfiles de acero conformado S235. En cubierta se han dispuesto 28 correas a una separación de 1.98 metros, mientras que en las fachadas se han colocado un total de 6 correas separadas a una distancia de 1.5 metros. Seguidamente se han incluido los listados de comprobación de las correas generados por el programa.

2.6.1. Correas en cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.98 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 76.93 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: CF-180x2.5									
Material: S235									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
		0.985, 63.030, 7.099	0.985, 57.300, 7.099	5.730	8.09	389.13	38.40	0.17	-12.45
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p> <p>⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad</p>									
	Pandeo			Pandeo lateral					
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.					
β	0.00	1.00	0.00	0.00					
L _k	0.000	5.730	0.000	0.000					
C ₁	-		1.000						
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</p>									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 5.73 m η = 76.9	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5.73 m η = 13.7	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPL E η = 76.9

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	$\frac{N_t M_y}{M_z}$	$\frac{N_c M_y}{M_z}$	$\frac{N M_y M_z V_y}{V_z}$	$\frac{M_t N M_y M_z V_y}{V_z}$	
<p>Notación:</p> <p><i>b / t:</i> Relación anchura / espesor</p> <p><i>$\bar{\lambda}$:</i> Limitación de esbeltez</p> <p><i>N_t:</i> Resistencia a tracción</p> <p><i>N_c:</i> Resistencia a compresión</p> <p><i>M_y:</i> Resistencia a flexión. Eje Y</p> <p><i>M_z:</i> Resistencia a flexión. Eje Z</p> <p><i>M_yM_z:</i> Resistencia a flexión biaxial</p> <p><i>V_y:</i> Resistencia a corte Y</p> <p><i>V_z:</i> Resistencia a corte Z</p> <p><i>N_tM_z:</i> Resistencia a tracción y flexión</p> <p><i>N_cM_z:</i> Resistencia a compresión y flexión</p> <p><i>NM_yM_zV_z:</i> Resistencia a cortante, axil y flexión</p> <p><i>M_tNM_yM_zV_z:</i> Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante</p> <p><i>x:</i> Distancia al origen de la barra</p> <p><i>η:</i> Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p><i>N.P.:</i> No procede</p>														
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.</p> <p>⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

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

Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$

$h / t : \underline{68.0} \checkmark$

$b/t \leq 90$

$b / t : \underline{20.0} \checkmark$

$c/t \leq 30$

$c / t : \underline{6.0} \checkmark$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c / b : \underline{0.300}$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{170.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{50.00} \text{ mm}$$

c: Altura de los rigidizadores.

$$c : \underline{15.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{2.50} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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:

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

$$\eta : \underline{0.769} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.985, 57.300, 7.099, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^+ : 7.44$ kN·m

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{y,Ed}^- : 0.00$ kN·m

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

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$
 $M_{c,Rd} : 9.68$ kN·m

Donde:

W_{el} : Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. $W_{el} : 43.24$ cm³

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_{yb} : 235.00$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

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:

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

$$\eta : \underline{0.137} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.985, 57.300, 7.099, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

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

$$\mathbf{V_{Ed}} : \underline{7.81} \text{ kN}$$

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

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

$$\mathbf{V_{b,Rd}} : \underline{56.89} \text{ kN}$$

Donde:

h_w: Altura del alma.

$$\mathbf{h_w} : \underline{175.30} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$\mathbf{t} : \underline{2.50} \text{ mm}$$

φ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$$\mathbf{\phi} : \underline{90.0} \text{ grados}$$

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

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

$$\mathbf{f_{bv}} : \underline{136.30} \text{ MPa}$$

Siendo:

λ_w: Esbeltez relativa del alma.

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

$$\mathbf{\bar{\lambda}_w} : \underline{0.81}$$

Donde:

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

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

E: Módulo de elasticidad.
 γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

E: 210000.00 MPa
 γ_{Mo} : 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
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 86.78 %

Coordenadas del nudo inicial: 24.015, 0.000, 7.099

Coordenadas del nudo final: 24.015, 5.730, 7.099

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis $1.00 \cdot G1 + 1.00 \cdot G2 + 1.00 \cdot Q + 1.00 \cdot N(R) 2 + 1.00 \cdot V(180^\circ) H1$ a una distancia 2.865 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 389 \text{ cm}^4$) ($I_z = 38 \text{ cm}^4$)

2.6.2. Correas en fachada

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Un vano
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 70.45 %

Barra pésima en lateral

Perfil: CF-180x2.5										
Material: S235										
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas						
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)	
	0.000, 5.730, 0.750	0.000, 0.000, 0.750	5.730	8.09	389.13	38.40	0.17	-12.45	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 _k	0.000	5.730	0.000	0.000						
C ₁	-		1.000							
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
pésima en lateral	$b / t \leq (b / t)_{\text{Máx.}}$ Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 2.865 m $\eta = 70.4$	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5.73 m $\eta = 8.9$	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPL E $\eta = 70.4$

Notación:

b / t: Relación anchura / espesor

$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez

N_t: Resistencia a tracción

N_c: Resistencia a compresión

M_y: Resistencia a flexión. Eje Y

M_z: Resistencia a flexión. Eje Z

M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial

V_y: Resistencia a corte Y

V_z: Resistencia a corte Z

N_tM_yM_z: Resistencia a tracción y flexión

N_cM_yM_z: Resistencia a compresión y flexión

NM_yM_zV_yV_z: Resistencia a cortante, axil y flexión

M_tNM_yM_zV_yV_z: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante

x: Distancia al origen de la barra

η : Coeficiente de aprovechamiento (%)

N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay 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:

$$h/t \leq 250$$

$$h / t : \underline{68.0} \quad \checkmark$$

$$b/t \leq 90$$

$$b / t : \underline{20.0} \quad \checkmark$$

$$c/t \leq 30$$

$$c / t : \underline{6.0} \quad \checkmark$$

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

$$0.2 \leq c/b \leq 0.6$$

$$c / b : \underline{0.300}$$

Donde:

h: Altura del alma.

h : 170.00 mm

b: Ancho de las alas.

b : 50.00 mm

c: Altura de los rigidizadores.

c : 15.00 mm

t: Espesor.

t : 2.50 mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

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:

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

$$\eta : \underline{0.704} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

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

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

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.865 m del nudo 0.000, 5.730, 0.750, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$.

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

$$M_{y,Ed}^- : \underline{6.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{9.68} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$W_{el} : \underline{43.24} \text{ cm}^3$$

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

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

γ_{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 no hay momento flector.

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 la longitud de pandeo lateral es nula.

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:

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

η : 0.089 ✓

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

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

V_{Ed} : 5.08 kN

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

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

$V_{b,Rd}$: 56.89 kN

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 175.30 mm

t : Espesor.

t : 2.50 mm

ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

ϕ : 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.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}} \qquad \bar{\lambda}_w : \underline{0.81}$$

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

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

γ_{Mo} : 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
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 98.83 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.000, 63.030, 0.750

Coordenadas del nudo final: 0.000, 57.300, 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 2.865 m del origen en el primer vano de la correa.

($I_y = 389 \text{ cm}^4$) ($I_z = 38 \text{ cm}^4$)

2.7. Placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) *Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) *Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) *Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

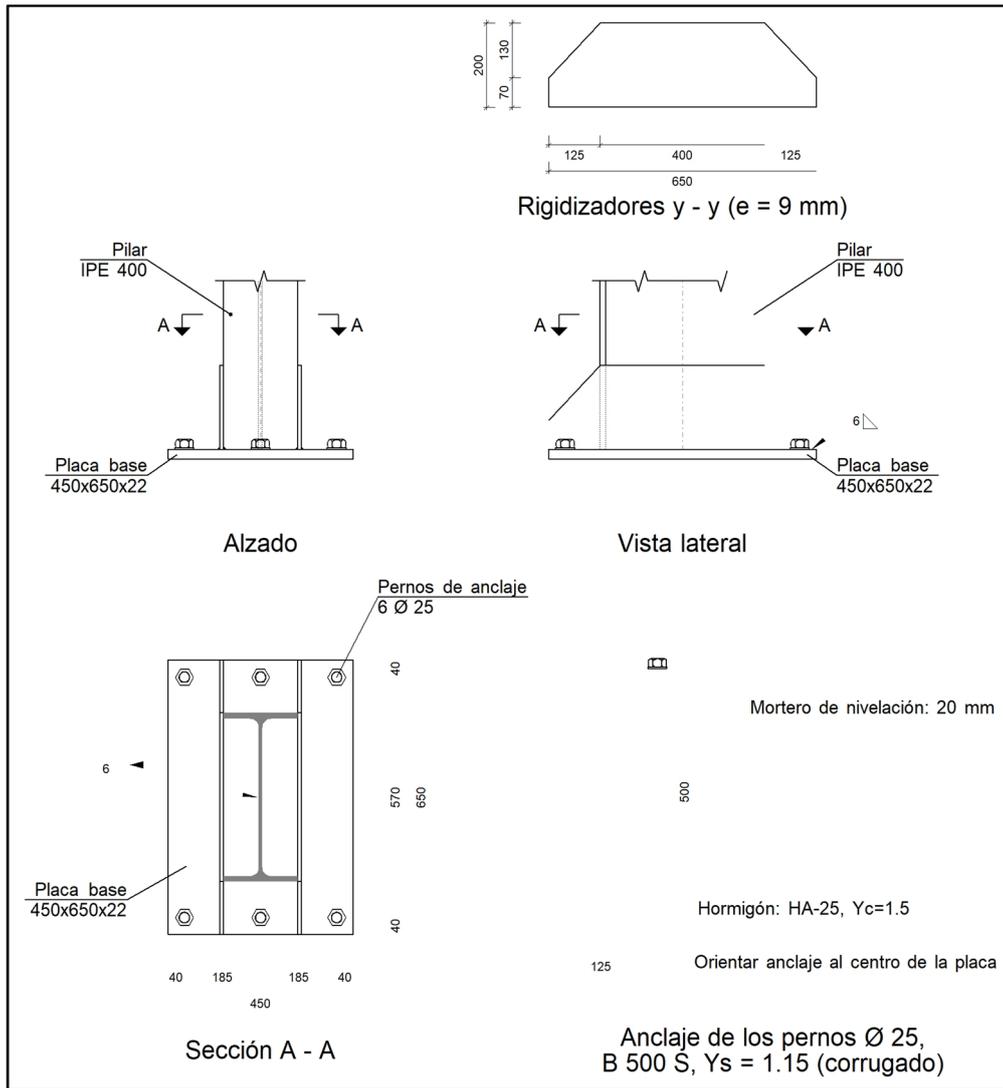
a) *Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

b) *Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.

c) *Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

A continuación, se desglosa la descripción y comprobación para las placas de anclaje tipo 2. Las comprobaciones de los otros tipos de placas son análogas:

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		450	650	22	6	25	S275	275.0	410.0
Rigidizador		650	200	9	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 400

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	6	1281	8.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 86 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 45.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 28 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 138.9 kN Calculado: 117.9 kN Máximo: 97.23 kN Calculado: 12.02 kN Máximo: 138.9 kN Calculado: 135.08 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 156.15 kN Calculado: 117.9 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 244.711 MPa	Cumple

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 12.02 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 79.2584 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 80.7205 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 114.151 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 132.308 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1531.37	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1420.15	Cumple
- Arriba:	Calculado: 10786.1	Cumple
- Abajo:	Calculado: 9005.89	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 224.172 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	650	9.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta l: Longitud efectiva t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w	
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Rigidizador y-y (x = -95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85	
Rigidizador y-y (x = 95): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85	

3. CIMENTACIÓN

3.1. Zapatas

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N6, N3, N1, N77, N79 y N54	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 90.0 cm Ancho inicial Y: 165.0 cm Ancho final X: 90.0 cm Ancho final Y: 165.0 cm Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 330.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 11Ø16c/29 Sup Y: 6Ø16c/29 Inf X: 11Ø16c/29 Inf Y: 6Ø16c/29
N96, N95, N94, N93, N92, N91, N84, N85, N86, N141, N143 y N145	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 72.5 cm Ancho inicial Y: 130.0 cm Ancho final X: 72.5 cm Ancho final Y: 130.0 cm Ancho zapata X: 145.0 cm Ancho zapata Y: 260.0 cm Canto: 60.0 cm	Sup X: 13Ø12c/20 Sup Y: 7Ø12c/20 Inf X: 13Ø12c/20 Inf Y: 7Ø12c/20
N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N62, N67 y N72	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 277.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 52.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 330.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 12Ø16c/27 Sup Y: 6Ø16c/27 Inf X: 12Ø16c/27 Inf Y: 6Ø16c/27
N74, N69, N64, N59, N46, N38, N30, N22 y N14	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 52.5 cm Ancho final X: 87.5 cm Ancho final Y: 277.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 330.0 cm Canto: 80.0 cm	Sup X: 12Ø16c/27 Sup Y: 6Ø16c/27 Inf X: 12Ø16c/27 Inf Y: 6Ø16c/27
N51, N43, N35, N27, N19 y N11	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 82.5 cm Ancho inicial Y: 150.0 cm Ancho final X: 82.5 cm Ancho final Y: 150.0 cm Ancho zapata X: 165.0 cm Ancho zapata Y: 300.0 cm Canto: 65.0 cm	Sup X: 15Ø12c/19 Sup Y: 8Ø12c/19 Inf X: 15Ø12c/19 Inf Y: 8Ø12c/19

3.1.2. Comprobación

Se muestra únicamente la comprobación de la zapata del nudo 17, correspondiente a la del pilar de uno de los pórticos interiores. Las demás comprobaciones son análogas.

Referencia: N17		
Dimensiones: 175 x 330 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.0409077 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0733788 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.0821097 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 8778.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 13.1 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 13.05 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 196.89 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 106.93 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 62.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N17:	Mínimo: 49 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N17		
Dimensiones: 175 x 330 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0005	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 23 cm Calculado: 194 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 197 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N17		
Dimensiones: 175 x 330 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.2. Vigas

3.2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
C [N6-N96], C [N96-N95], C [N95-N94], C [N94-N3], C [N3-N93], C [N93-N92], C [N92-N91], C [N91-N1], C [N77-N84], C [N84-N85], C [N85-N86], C [N86-N79], C [N51-N141], C [N141-N143], C [N143-N145] y C [N145-N54]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N1-N9], C [N9-N17], C [N17-N25], C [N25-N33], C [N33-N41], C [N41-N49], C [N49-N57], C [N57-N62], C [N62-N67], C [N67-N72], C [N72-N77], C [N79-N74], C [N74-N69], C [N69-N64], C [N64-N59], C [N59-N51], C [N51-N43], C [N43-N35], C [N35-N27], C [N27-N19], C [N19-N11], C [N11-N3], C [N54-N46], C [N46-N38], C [N38-N30], C [N30-N22], C [N22-N14] y C [N14-N6]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

3.2.2. Comprobación

Se muestra únicamente la comprobación de la viga que conecta los nudos 17 y 25 correspondientes a los pilares de dos de los pórticos interiores. La comprobación para el resto de las vigas es análoga.

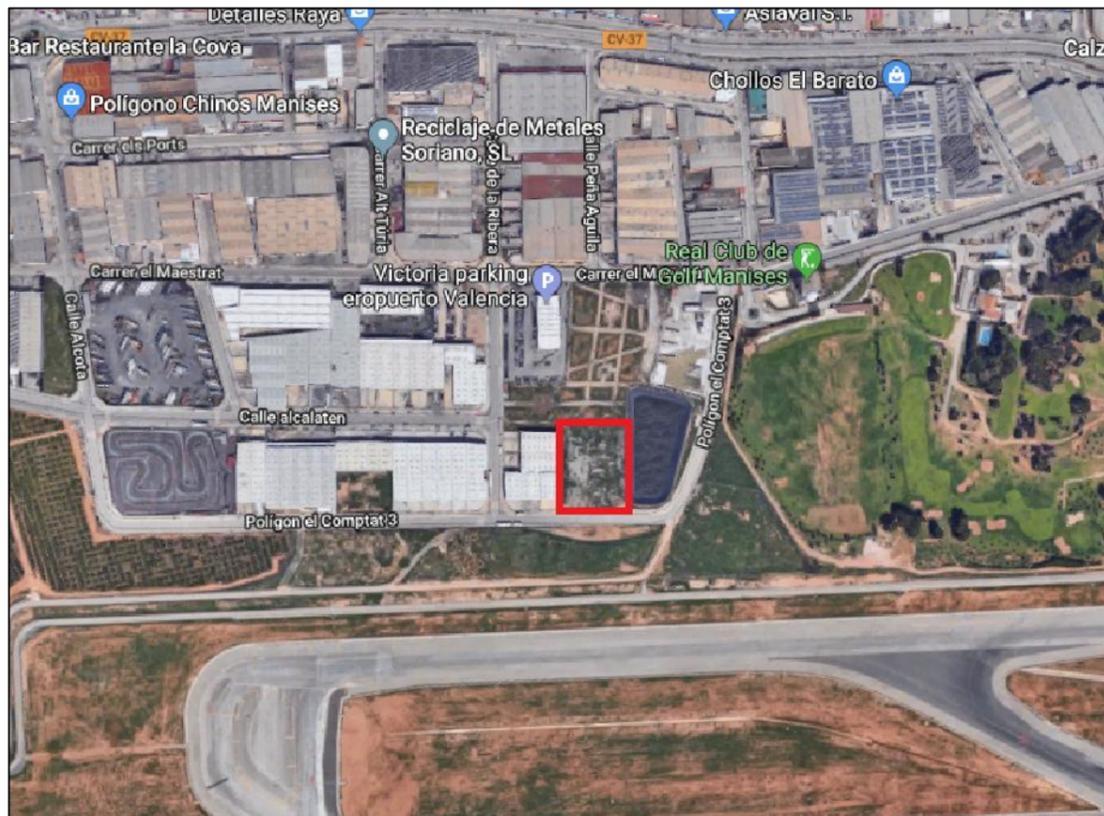
Referencia: C.1 [N17-N25] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C.1 [N17-N25] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: -Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> -Armadura superior: -Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

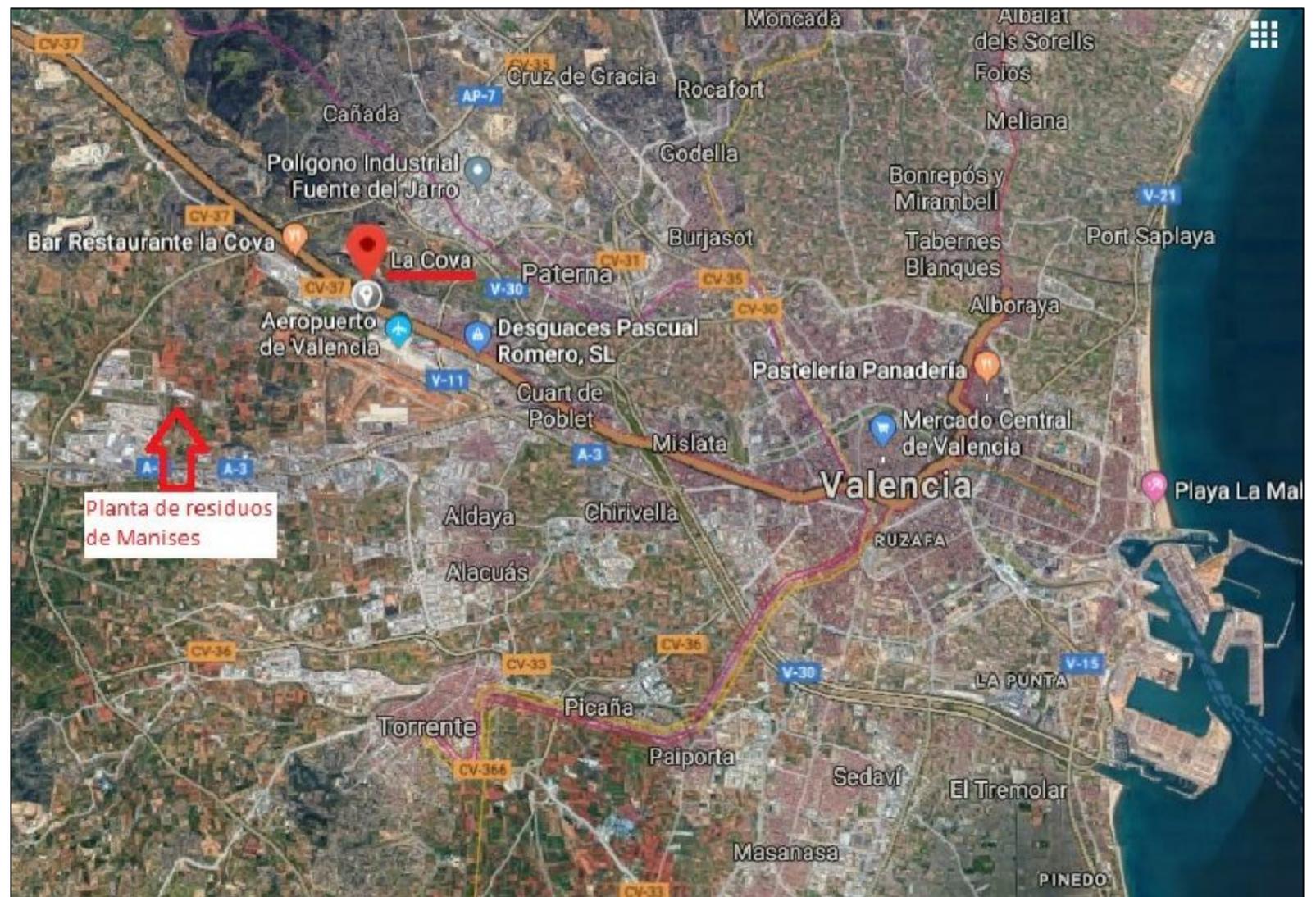
3. PLANOS

ÍNDICE

1. Situación y emplazamiento
2. Replanteo
3. Vista 3D de la estructura
4. Cimentación. Planta
5. Detalle Zapatas 1
6. Detalle Zapatas 2
7. Detalle Zapatas 3
8. Detalle Vigas de atado
9. Estructura. Alzado Pórticos Alineaciones 1 y 2-3-4-5-6
10. Estructura. Alzado Pórticos Alineación 7
11. Estructura. Alzado Pórticos Alineaciones 8-9-10-11 y 12
12. Estructura. Alzado Pórticos Alineaciones A y E
13. Estructura. Alzado Pórticos Alineación I
14. Detalle Anclajes
15. Plano de cubierta
16. Cerramiento Fachada
17. Cerramiento Cubierta
18. Cerramiento Vista 3D



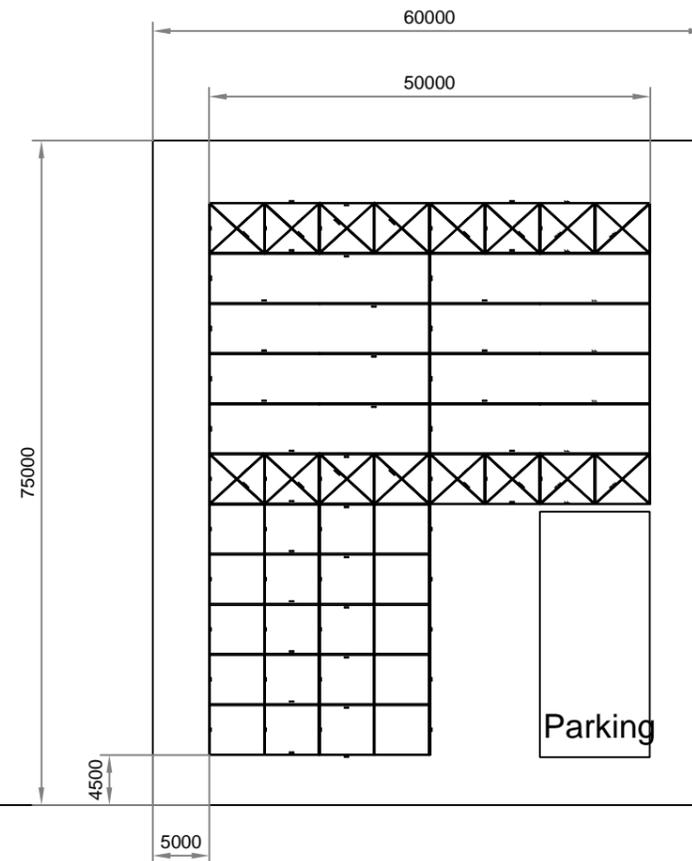
Parcela. Escala aproximada

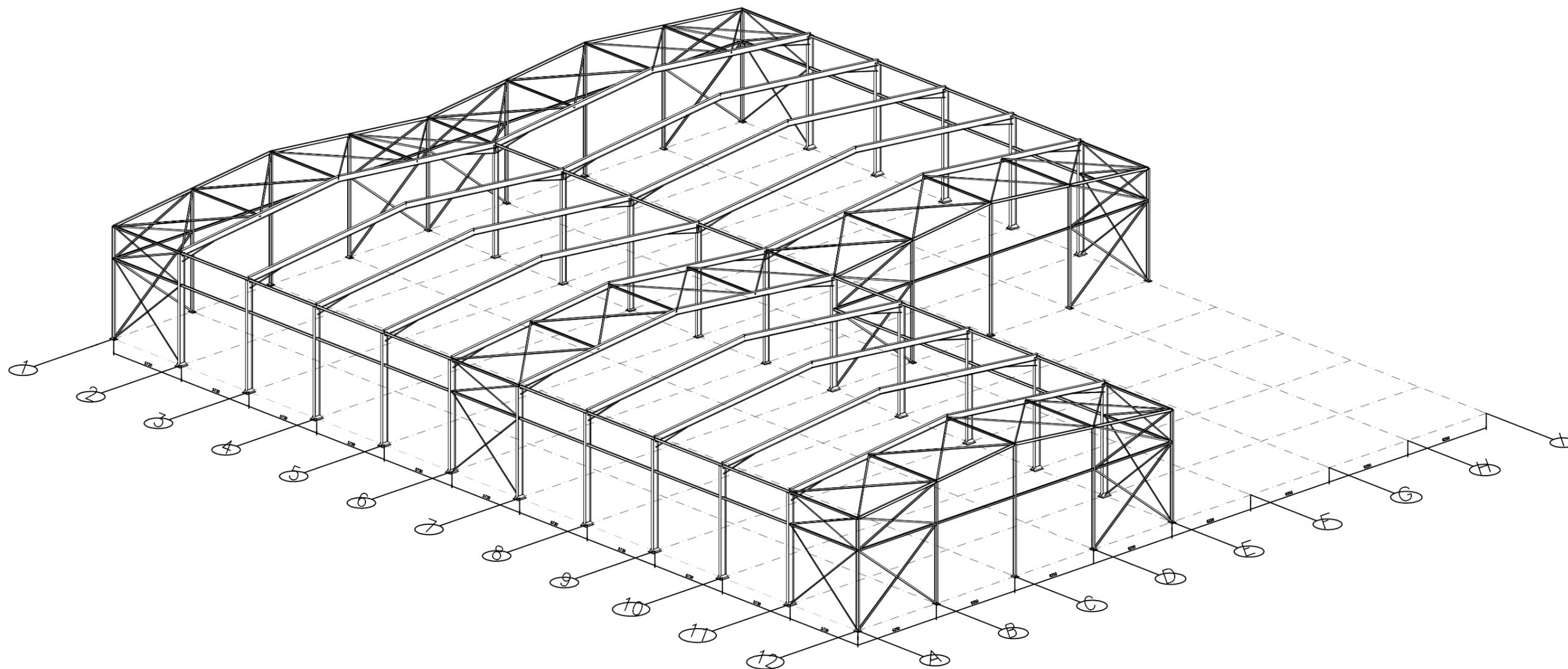


Polígono. Escala aproximada

Calle Alcalaten

Polígon el Comptat3





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 2435 m² SITUADO EN MANISES

Plano: Vista 3D de la estructura

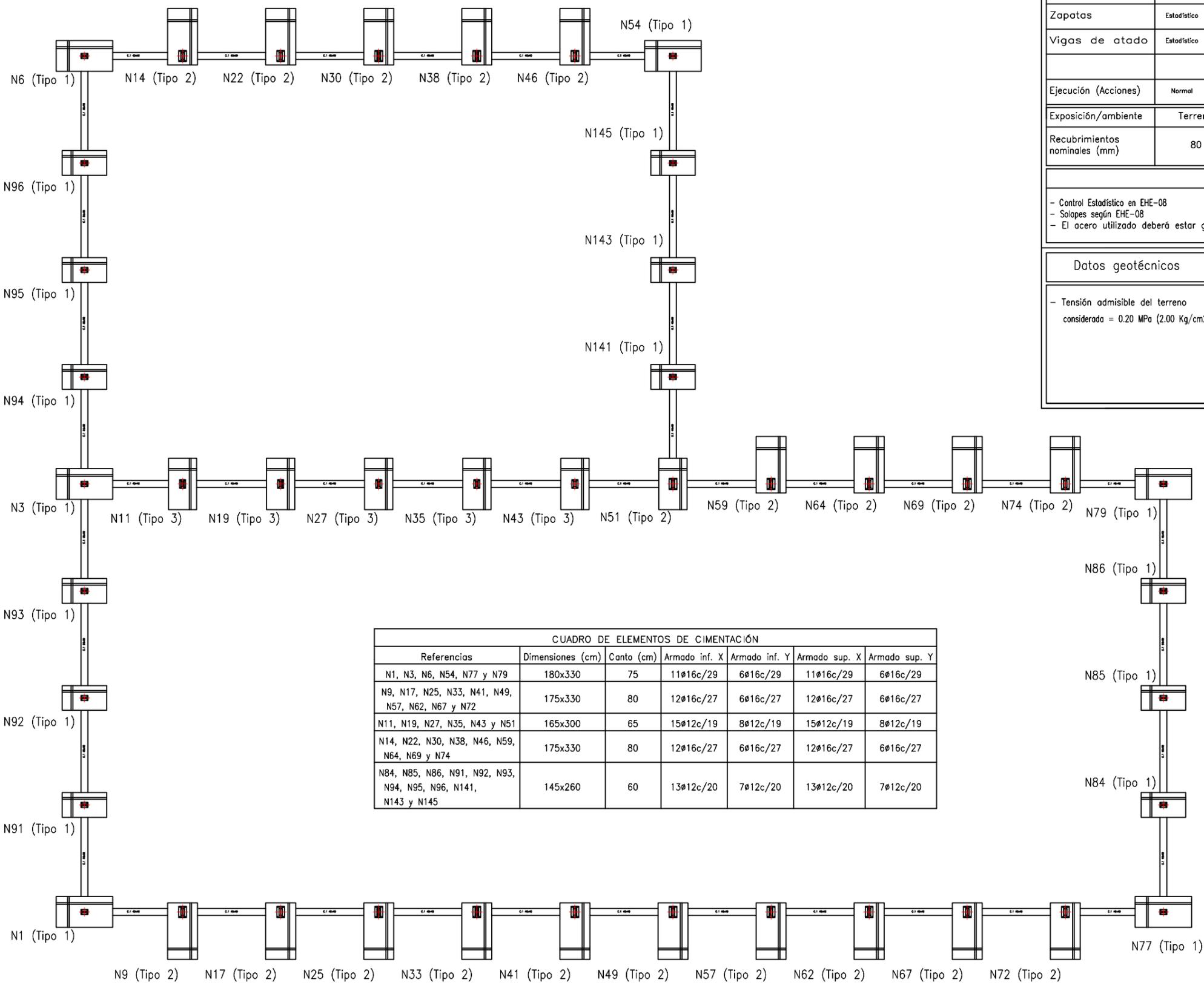
Autor: Joan Alcázar Alemany

Fecha: Febrero 2019

Escala: 1:250

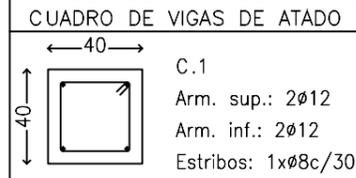
Nº Plano:

03



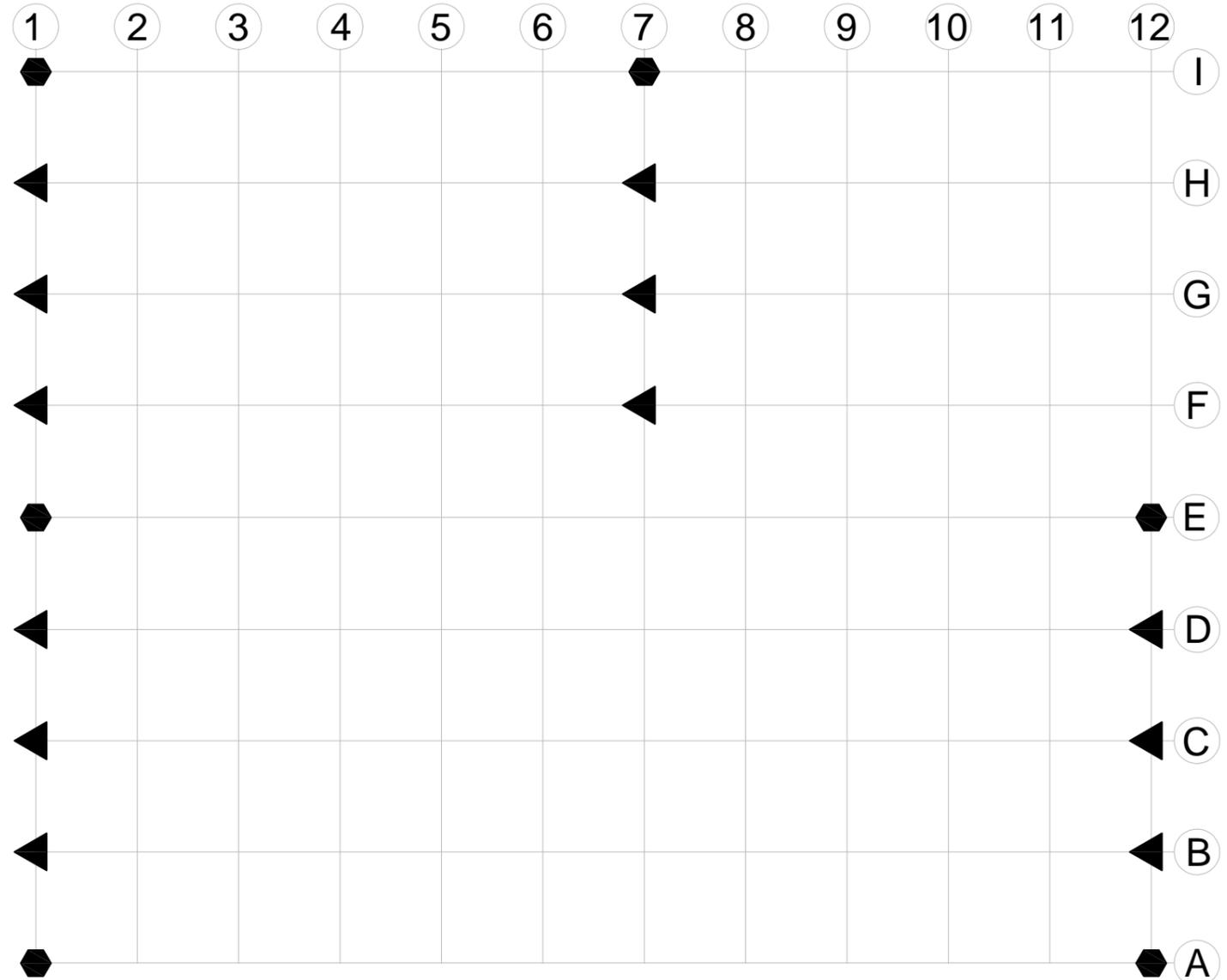
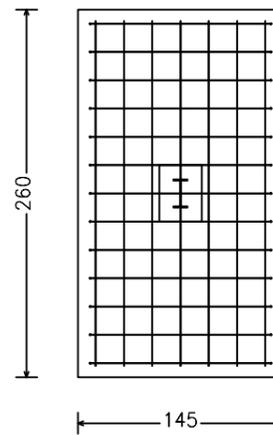
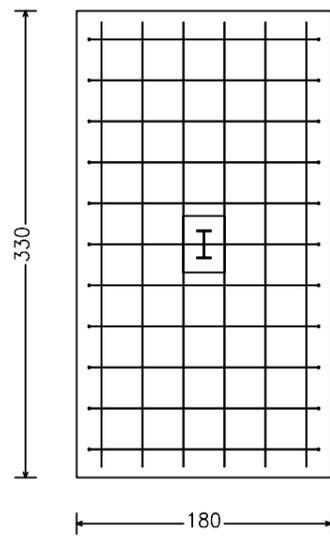
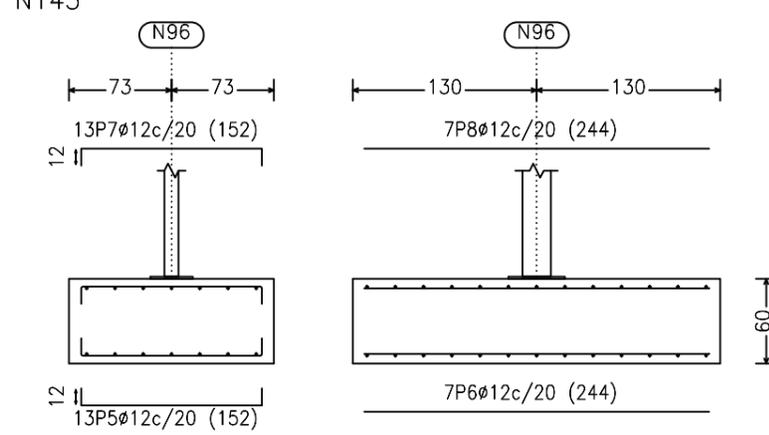
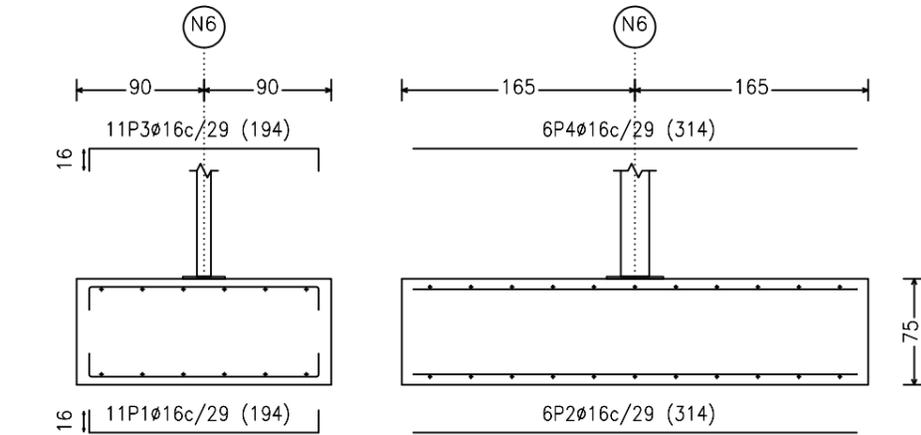
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N6, N54, N77 y N79	180x330	75	11Ø16c/29	6Ø16c/29	11Ø16c/29	6Ø16c/29
N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N62, N67 y N72	175x330	80	12Ø16c/27	6Ø16c/27	12Ø16c/27	6Ø16c/27
N11, N19, N27, N35, N43 y N51	165x300	65	15Ø12c/19	8Ø12c/19	15Ø12c/19	8Ø12c/19
N14, N22, N30, N38, N46, N59, N64, N69 y N74	175x330	80	12Ø16c/27	6Ø16c/27	12Ø16c/27	6Ø16c/27
N84, N85, N86, N91, N92, N93, N94, N95, N96, N141, N143 y N145	145x260	60	13Ø12c/20	7Ø12c/20	13Ø12c/20	7Ø12c/20

Características de los materiales – Zapatas de cimentación								
Materiales	Hormigón					Acero		
	Control		Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido (Ø-15 cm)	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica o blanda (Ø-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica o blanda (Ø-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.35$ $\gamma_Q = 1.50$	Adaptado a la Instrucción EHE-08					
Exposición/ambiente	Terreno		Terreno protegido u hormigón de limpieza		I	IIa	IIb	IIIa
Recubrimientos nominales (mm)	80		Ver Exposición/Ambiente		30	35	40	45
Notas								
- Control Estadístico en EHE-08 - Solapes según EHE-08 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...								
Datos geotécnicos			Recubrimientos nominales					
- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm2)								



N6, N3, N1, N77, N79 y N54 Identificador: 

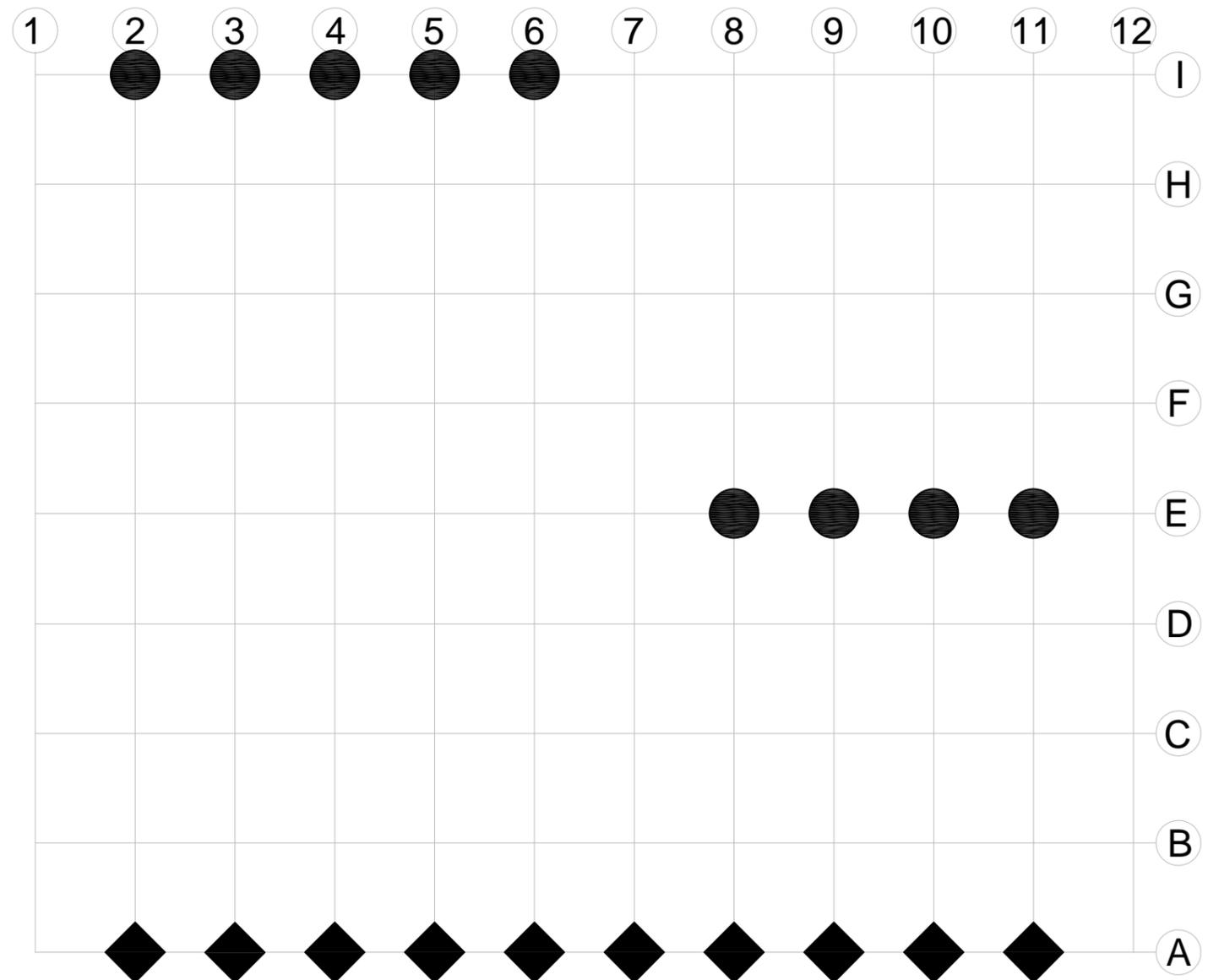
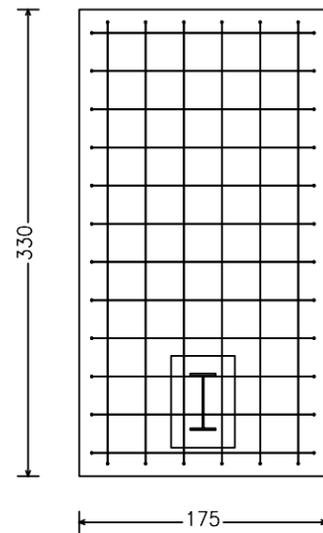
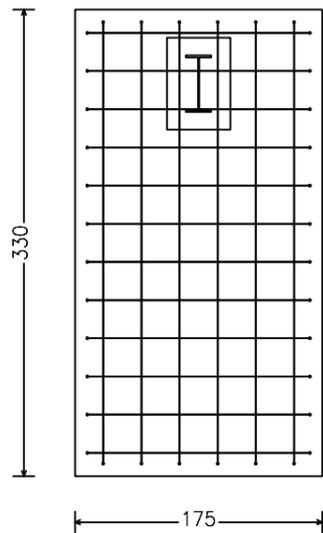
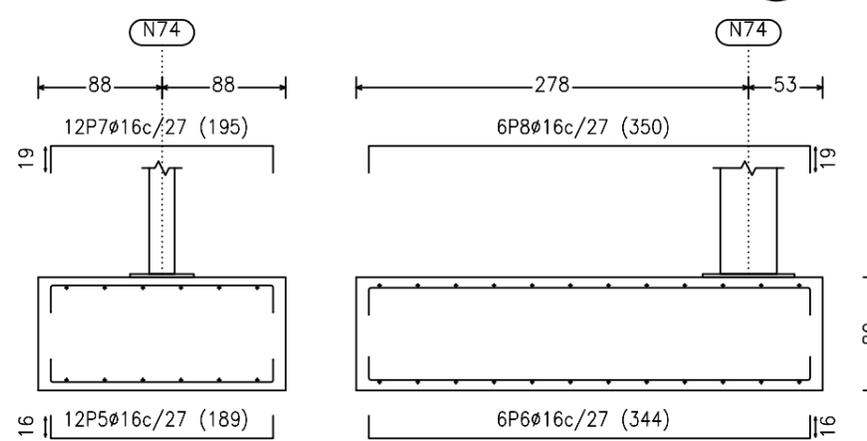
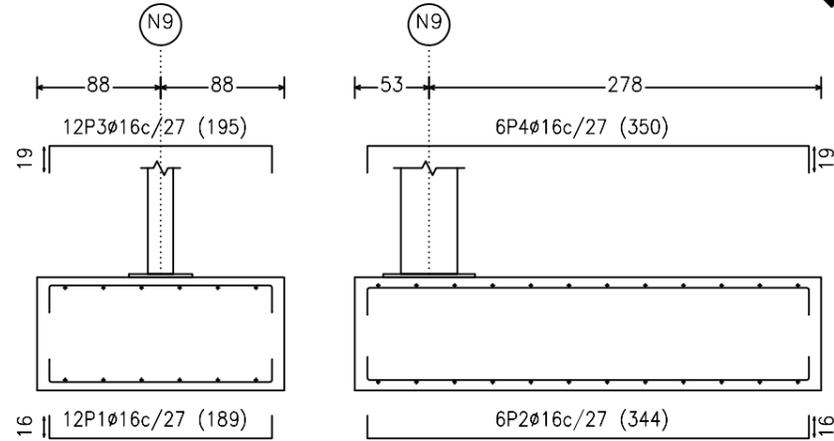
N96, N95, N94, N93, N92, N91, N84, N85, N86, N141, N143 y N145 Identificador: 



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N6=N3=N1=N77=N79=N54	1	ø16	11	194	2134	33.7
	2	ø16	6	314	1884	29.7
	3	ø16	11	194	2134	33.7
	4	ø16	6	314	1884	29.7
Total+ 10%:						139.5
(x6):						837.0
N96=N95=N94=N93=N92=N91 N84=N85=N86=N141=N143 N145	5	ø12	13	152	1976	17.5
	6	ø12	7	244	1708	15.2
	7	ø12	13	152	1976	17.5
	8	ø12	7	244	1708	15.2
Total+ 10%:						71.9
(x12):						862.8
					ø12:	862.8
					ø16:	837.0
					Total:	1699.8

N9, N17, N25, N33, N41, N49, N57, N62, N67 y N72 Identificador: 

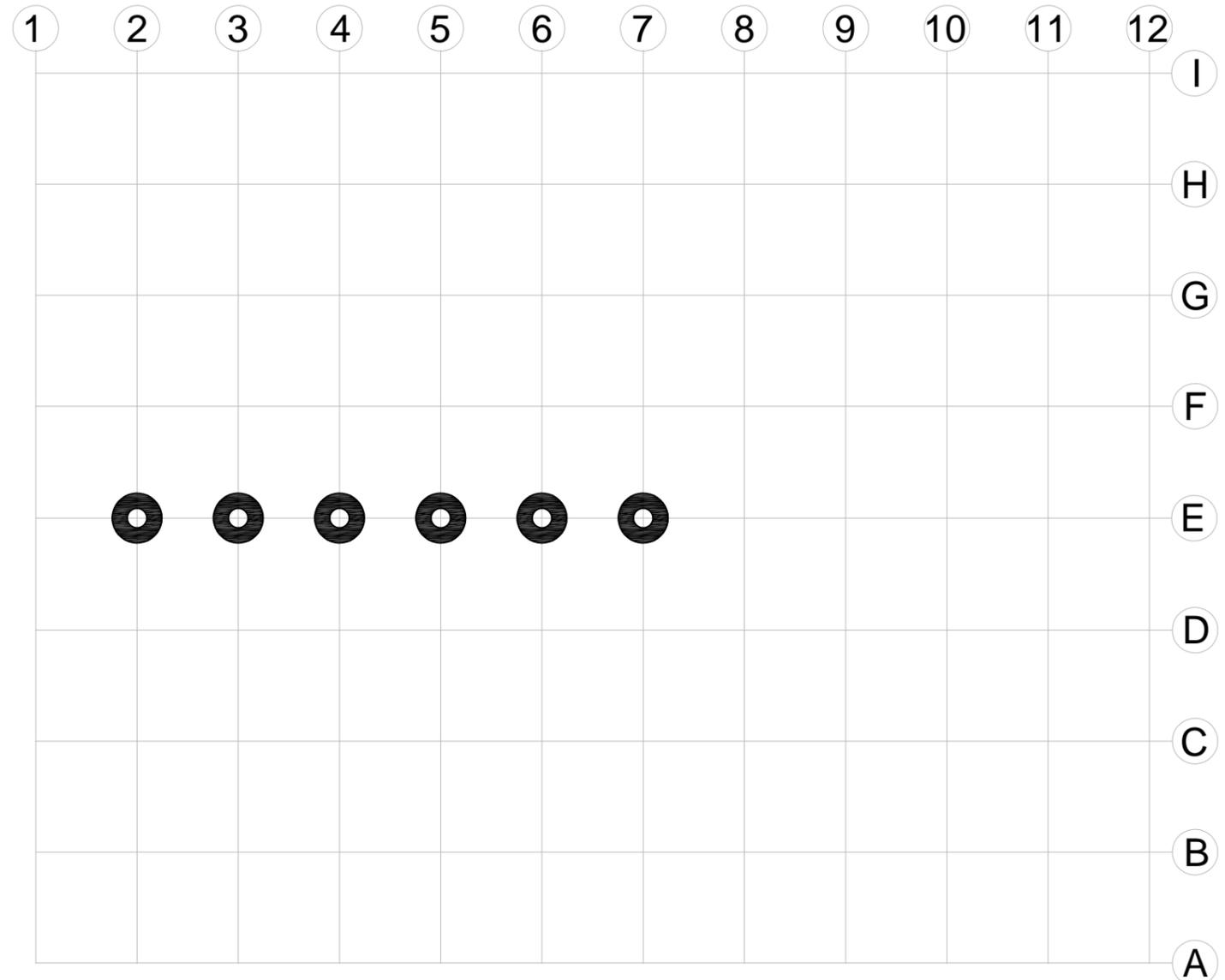
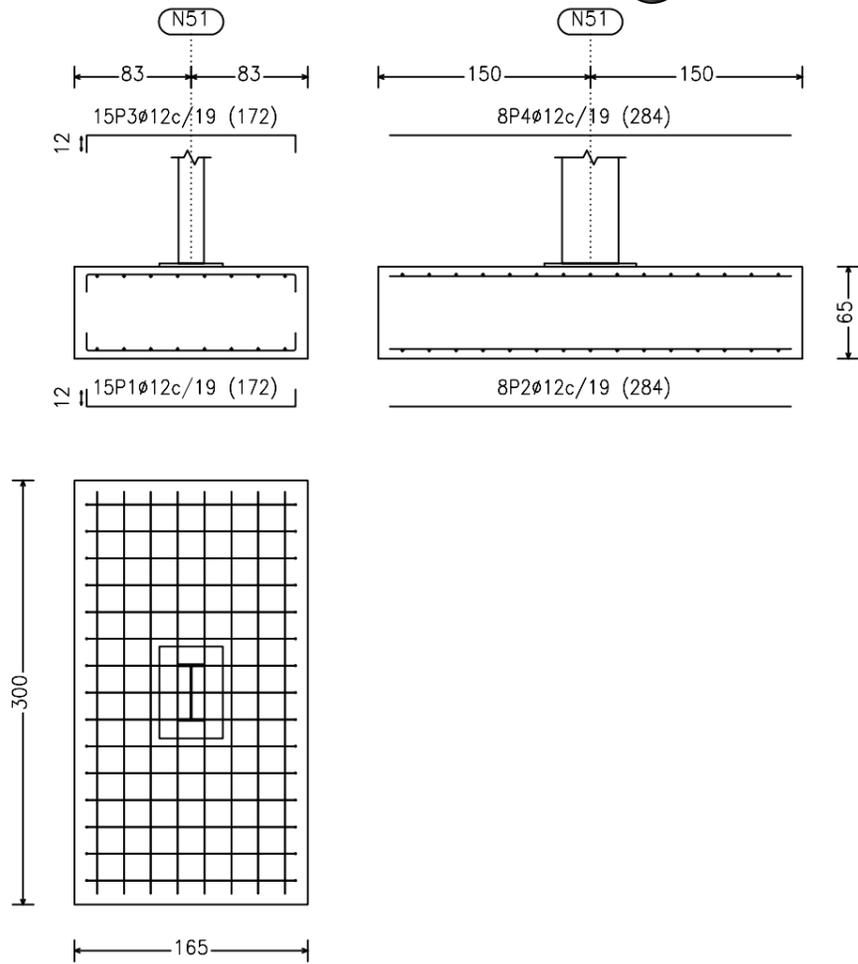
N74, N69, N64, N59, N46, N38, N30, N22 y N14 Identificador: 



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N9=N17=N25=N33=N41=N49 N57=N62=N67=N72	1	Ø16	12	189	2268	35.8
	2	Ø16	6	344	2064	32.6
	3	Ø16	12	195	2340	36.9
	4	Ø16	6	350	2100	33.1
Total+10%:					152.2	
(x10):					1522.0	
N74=N69=N64=N59=N46=N38 N30=N22=N14	5	Ø16	12	189	2268	35.8
	6	Ø16	6	344	2064	32.6
	7	Ø16	12	195	2340	36.9
	8	Ø16	6	350	2100	33.1
Total+10%:					152.2	
(x9):					1369.8	
Ø16:					2891.8	
Total:					2891.8	

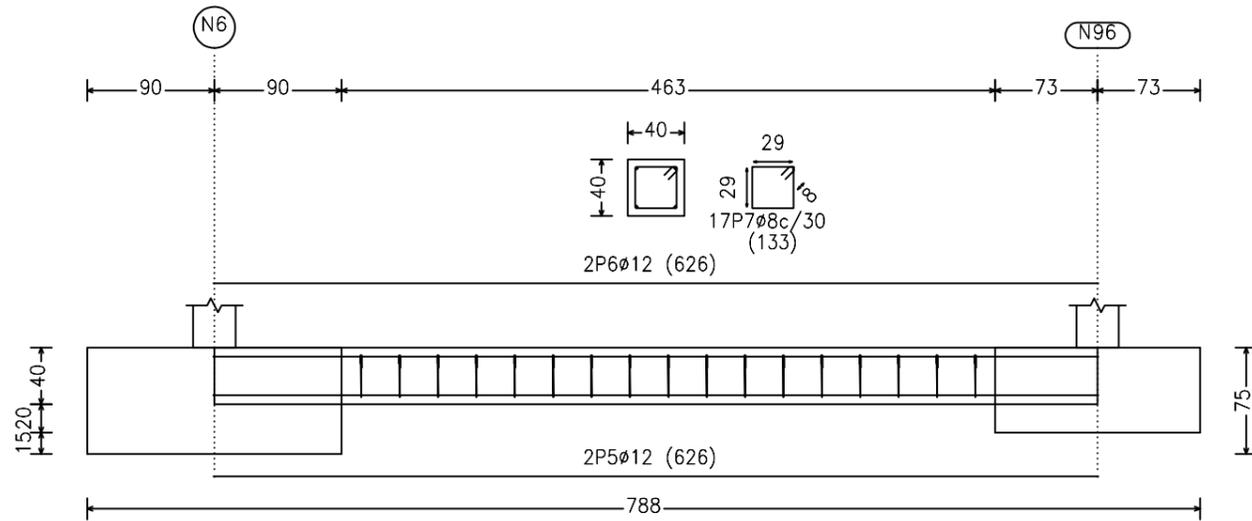
N51, N43, N35, N27, N19 y N11

Identificador: 



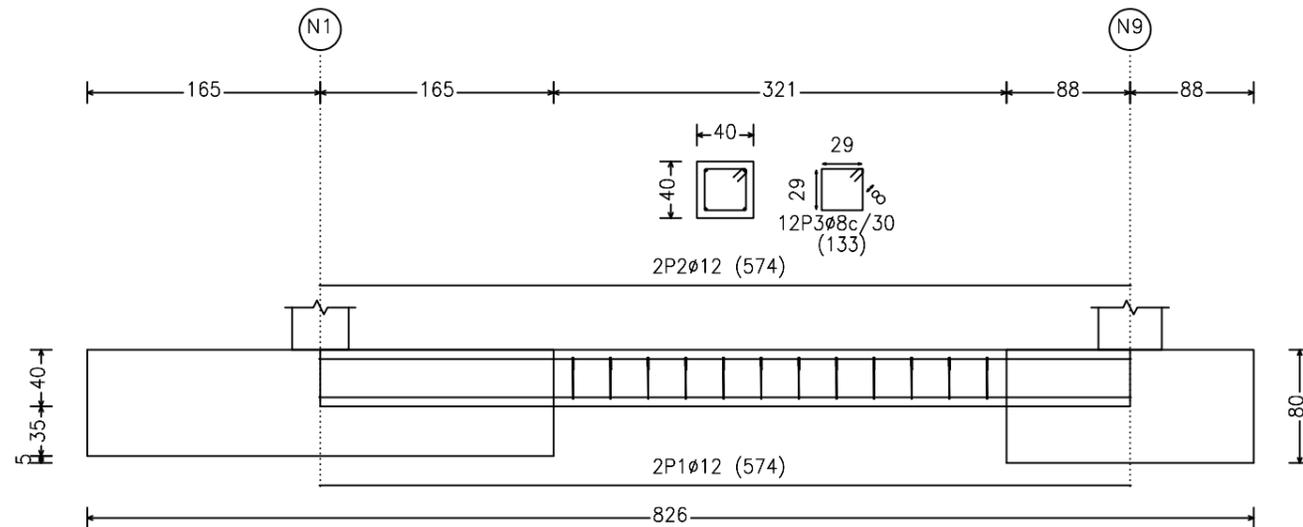
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
N51=N43=N35=N27=N19=N11	1	Ø12	15	172	2580	22.9
	2	Ø12	8	284	2272	20.2
	3	Ø12	15	172	2580	22.9
	4	Ø12	8	284	2272	20.2
Total+10%:					(x6):	94.8
						568.8

C [N6-N96], C [N96-N95], C [N95-N94], C [N94-N3], C [N3-N93], C [N93-N92], C [N92-N91],
 C [N91-N1], C [N77-N84], C [N84-N85], C [N85-N86], C [N86-N79], C [N51-N141], C [N141-N143],
 C [N143-N145] y C [N145-N54]



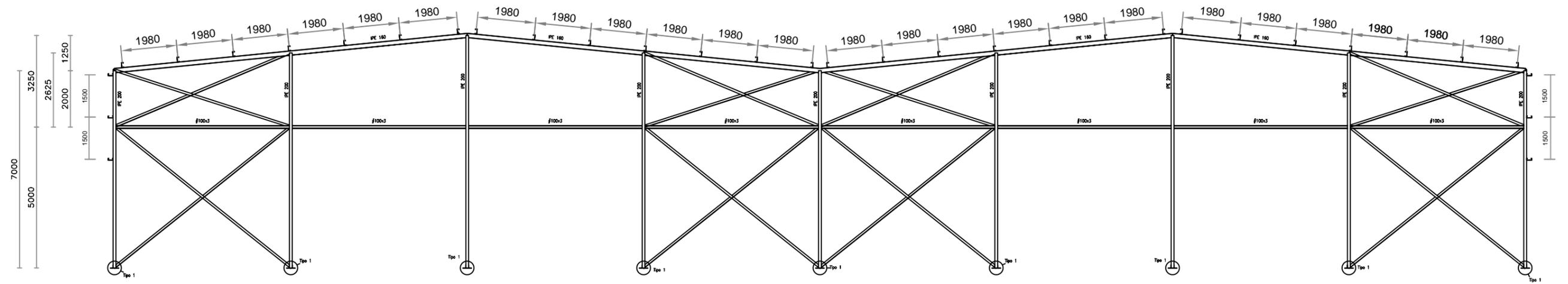
C [N6-N96]=C [N96-N95]	5	Ø12	2	626	1252	11.1
C [N95-N94]=C [N94-N3]	6	Ø12	2	626	1252	11.1
C [N3-N93]=C [N93-N92]	7	Ø8	17	133	2261	8.9
C [N92-N91]=C [N91-N1]						
C [N77-N84]=C [N84-N85]						
C [N85-N86]=C [N86-N79]						
C [N51-N141]=C [N141-N143]						
C [N143-N145]=C [N145-N54]						
Total+10%:						34.2
(x16):						547.2
Ø8:						156.8
Ø12:						959.2
Total:						1116.0

C [N1-N9], C [N9-N17], C [N17-N25], C [N25-N33], C [N33-N41], C [N41-N49], C [N49-N57],
 C [N57-N62], C [N62-N67], C [N67-N72], C [N72-N77], C [N79-N74], C [N74-N69], C [N69-N64],
 C [N64-N59], C [N59-N51], C [N51-N43], C [N43-N35], C [N35-N27], C [N27-N19], C [N19-N11],
 C [N11-N3], C [N54-N46], C [N46-N38], C [N38-N30], C [N30-N22], C [N22-N14] y C [N14-N6]



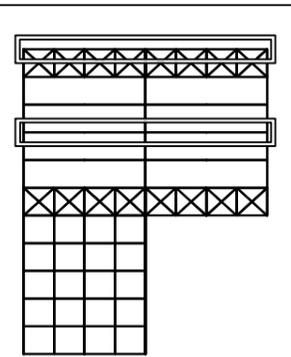
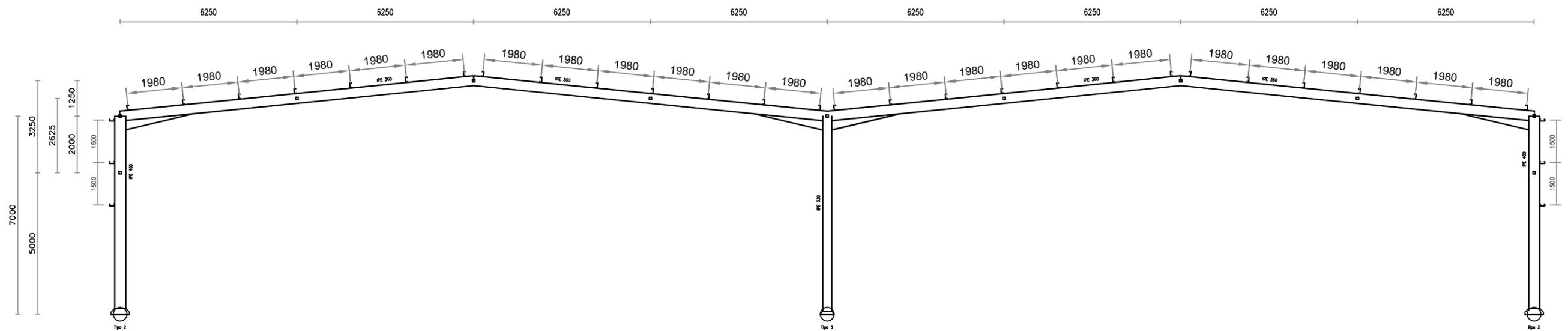
Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N1-N9]=C [N9-N17]	1	Ø12	2	574	1148	10.2
C [N17-N25]=C [N25-N33]	2	Ø12	2	574	1148	10.2
C [N33-N41]=C [N41-N49]	3	Ø8	12	133	1596	6.3
C [N49-N57]=C [N57-N62]						
C [N62-N67]=C [N67-N72]						
C [N72-N77]=C [N79-N74]						
C [N74-N69]=C [N69-N64]						
C [N64-N59]=C [N59-N51]						
C [N51-N43]=C [N43-N35]						
C [N35-N27]=C [N27-N19]						
C [N19-N11]=C [N11-N3]						
C [N54-N46]=C [N46-N38]						
C [N38-N30]=C [N30-N22]						
C [N22-N14]=C [N14-N6]						
Total+10%:						29.4
(x28):						823.2
Ø8:						196.0
Ø12:						627.2
Total:						823.2

2D: Alineación 1



Diagonales - L 80 x 80 x 5

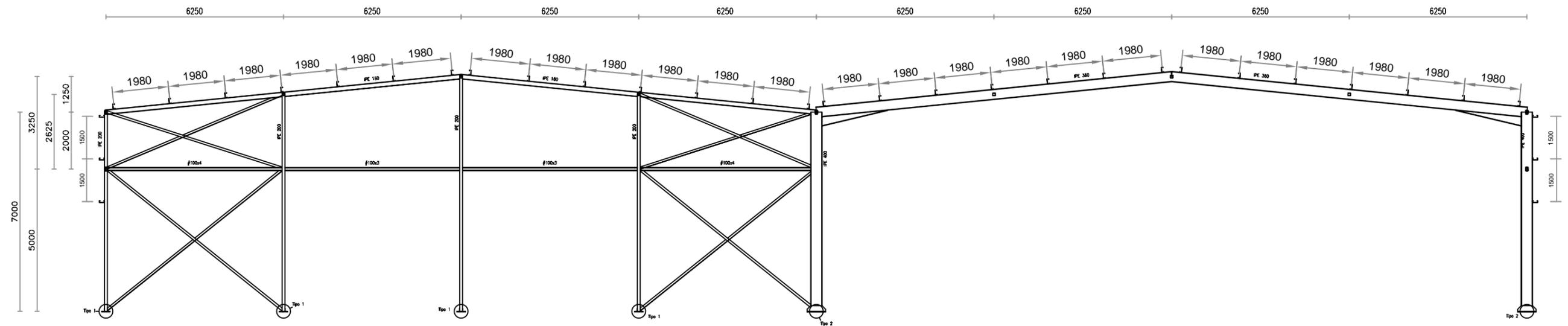
2D: Alineación 2-3-4-5-6



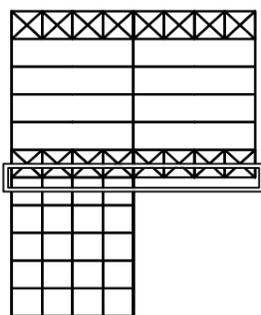
Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Tipo de perfil: CF-180x2.5

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	1.05	1.05

2D: Alineación 7



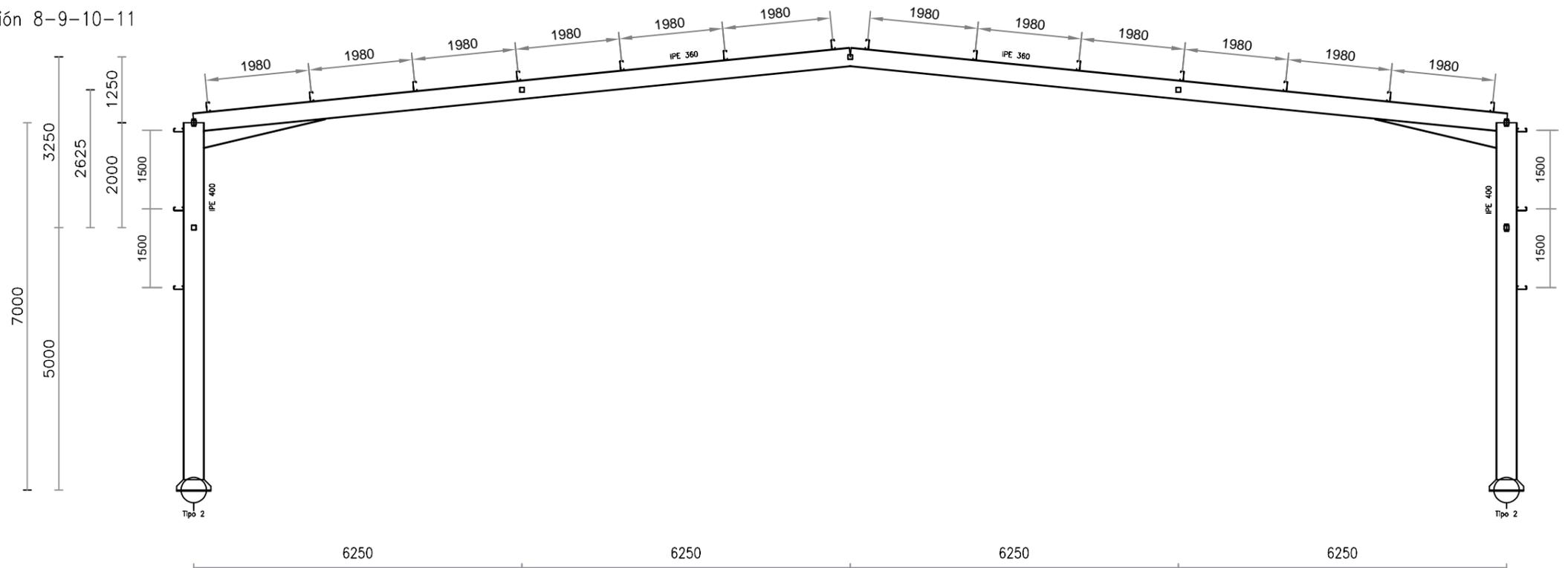
Diagonales - L 80 x 80 x 5



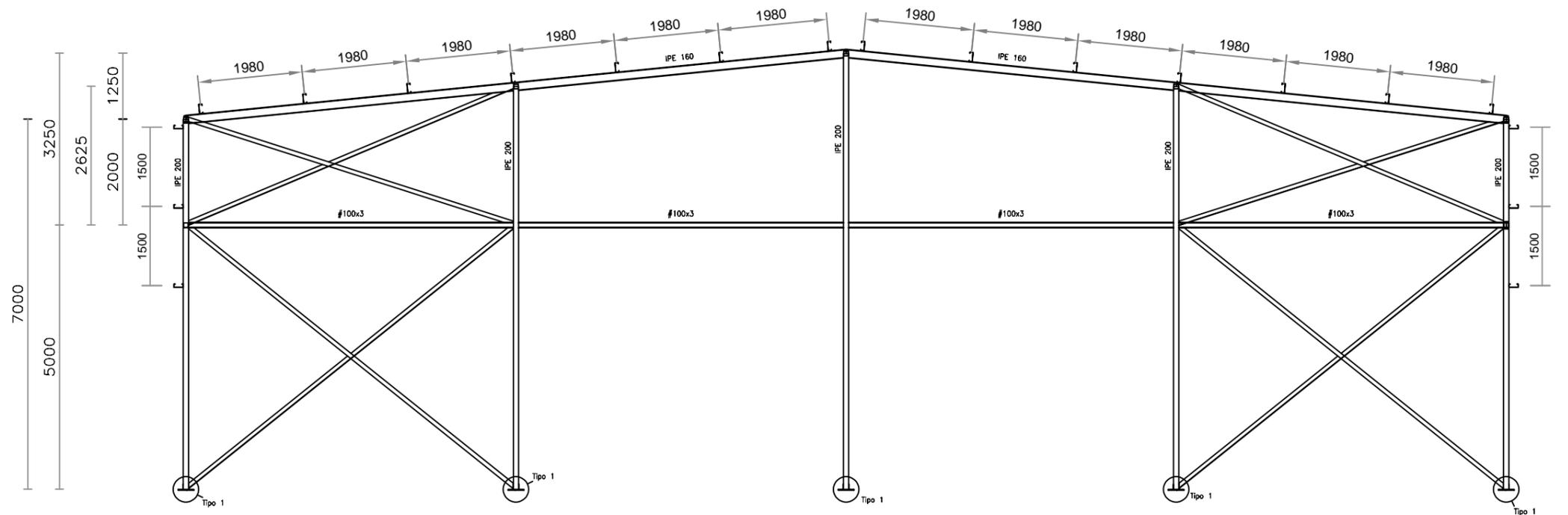
Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Tipo de perfil: CF-180x2.5

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

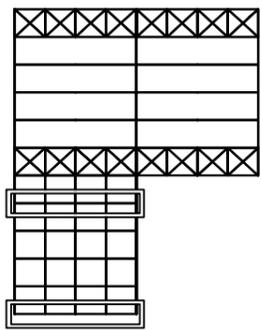
2D: Alineación 8-9-10-11



2D: Alineación 12



Diagonales - L 80 x 80 x 5



Correas en cubiertas	Correas en laterales
Tipo de perfil: CF-180x2.5	Tipo de perfil: CF-180x2.5

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	1.05	1.05
	1.05	1.05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 2435 m² SITUADO EN MANISES**

Plano: **Estructura. Alzado Pórticos Alineaciones 8-9-10-11 y 12**

Autor: **Joan Alcázar Alemany**

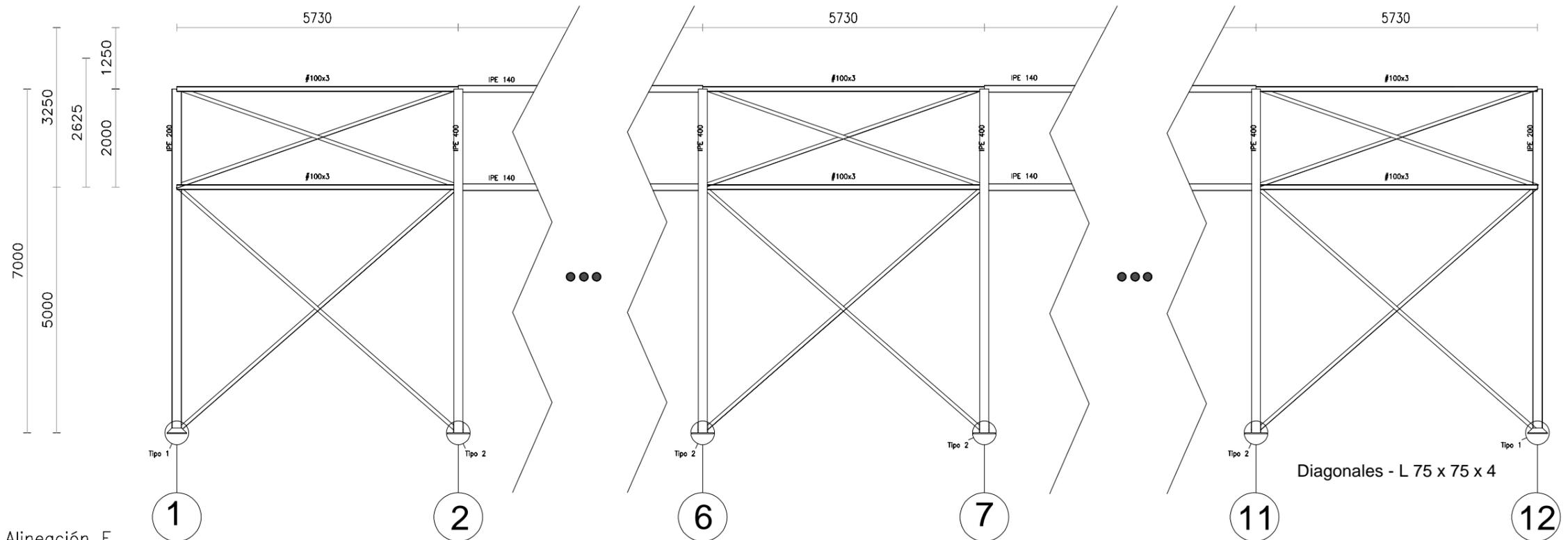
Fecha: **Febrero 2019**

Escala: **1:100**

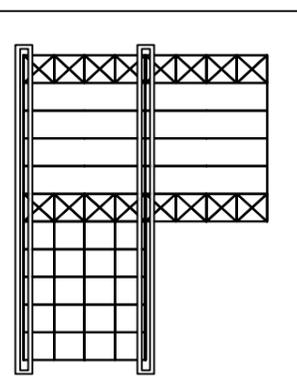
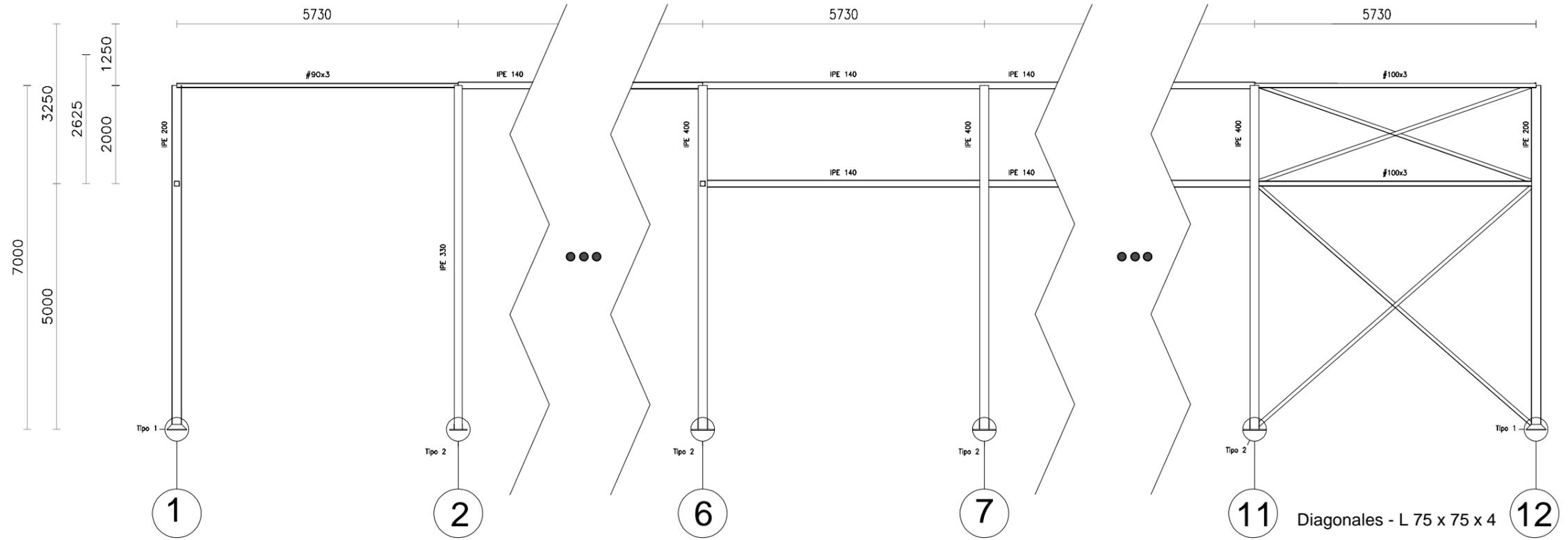
Nº Plano:

5.3

2D: Alineación A

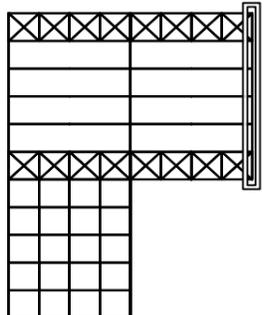
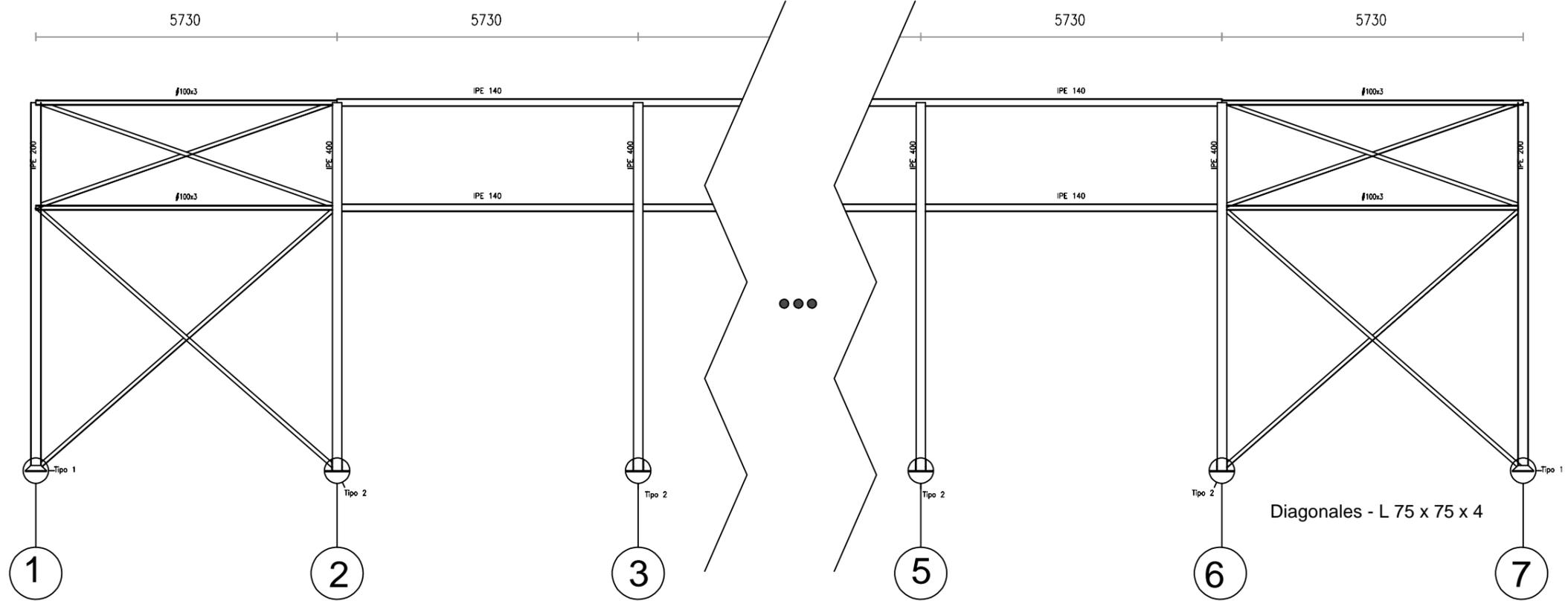
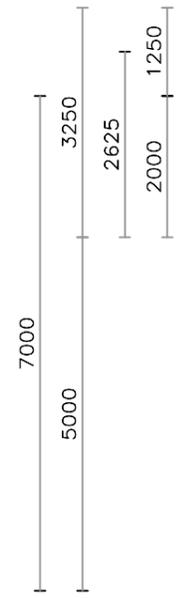


2D: Alineación E

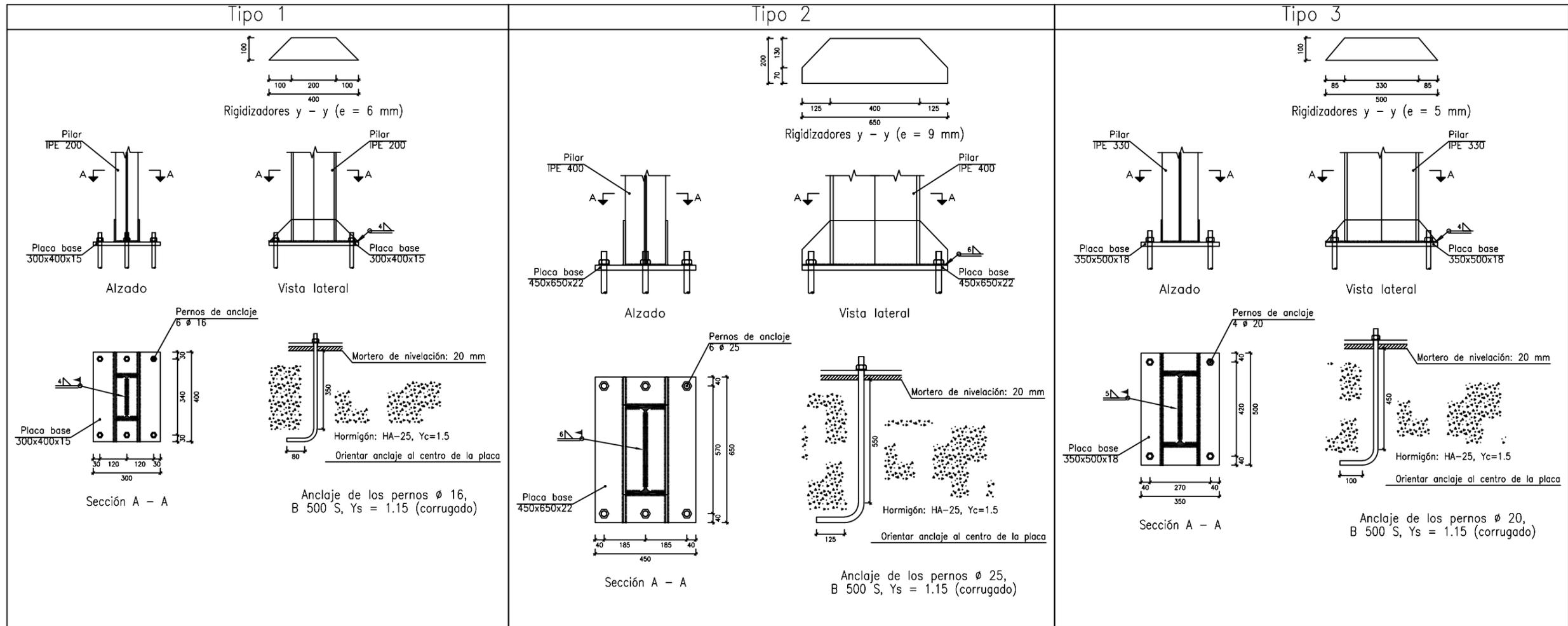


CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)		
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	1.05	1.05

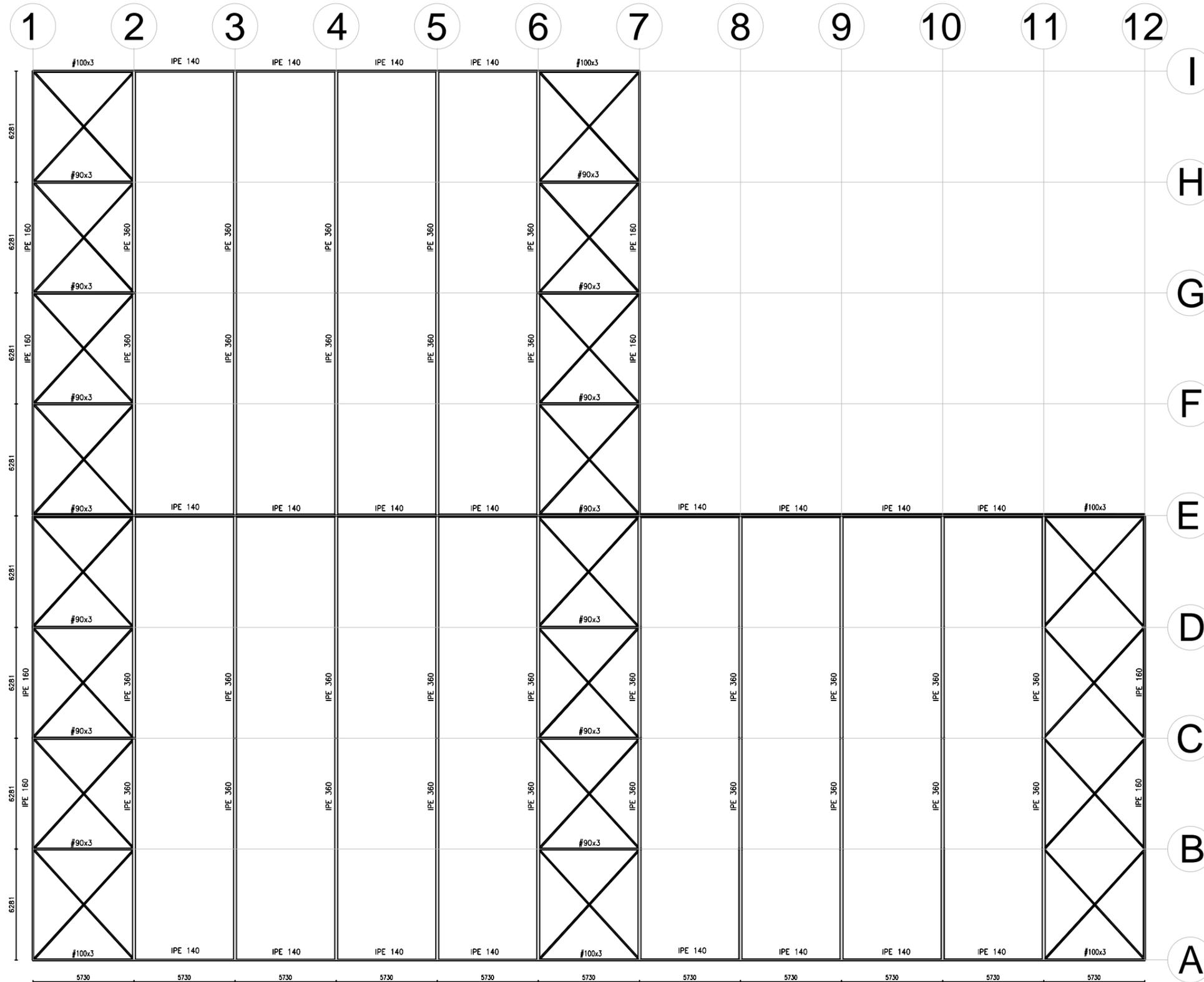
2D: Alineación I



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	% _{M0}	% _{M1}
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05



2D: Faldones Cubierta



Diagonales - L 75 x 75 x 4

CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA

ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ _{M0}	γ _{M1}
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	1.05	1.05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	1.05	1.05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO ESTRUCTURAL DE EDIFICIO INDUSTRIAL DE 2435 m² SITUADO EN MANISES**

Plano: **Plano de cubierta**

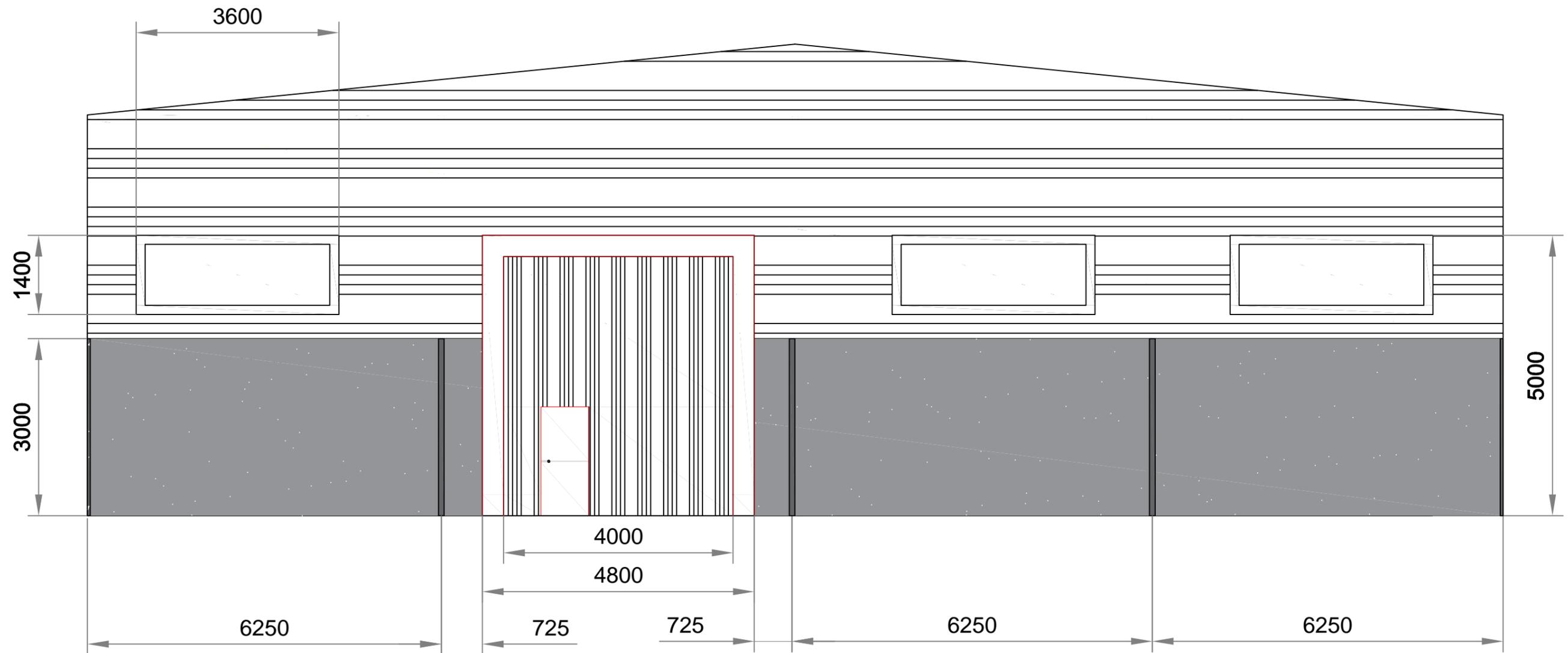
Autor: **Joan Alcázar Alemany**

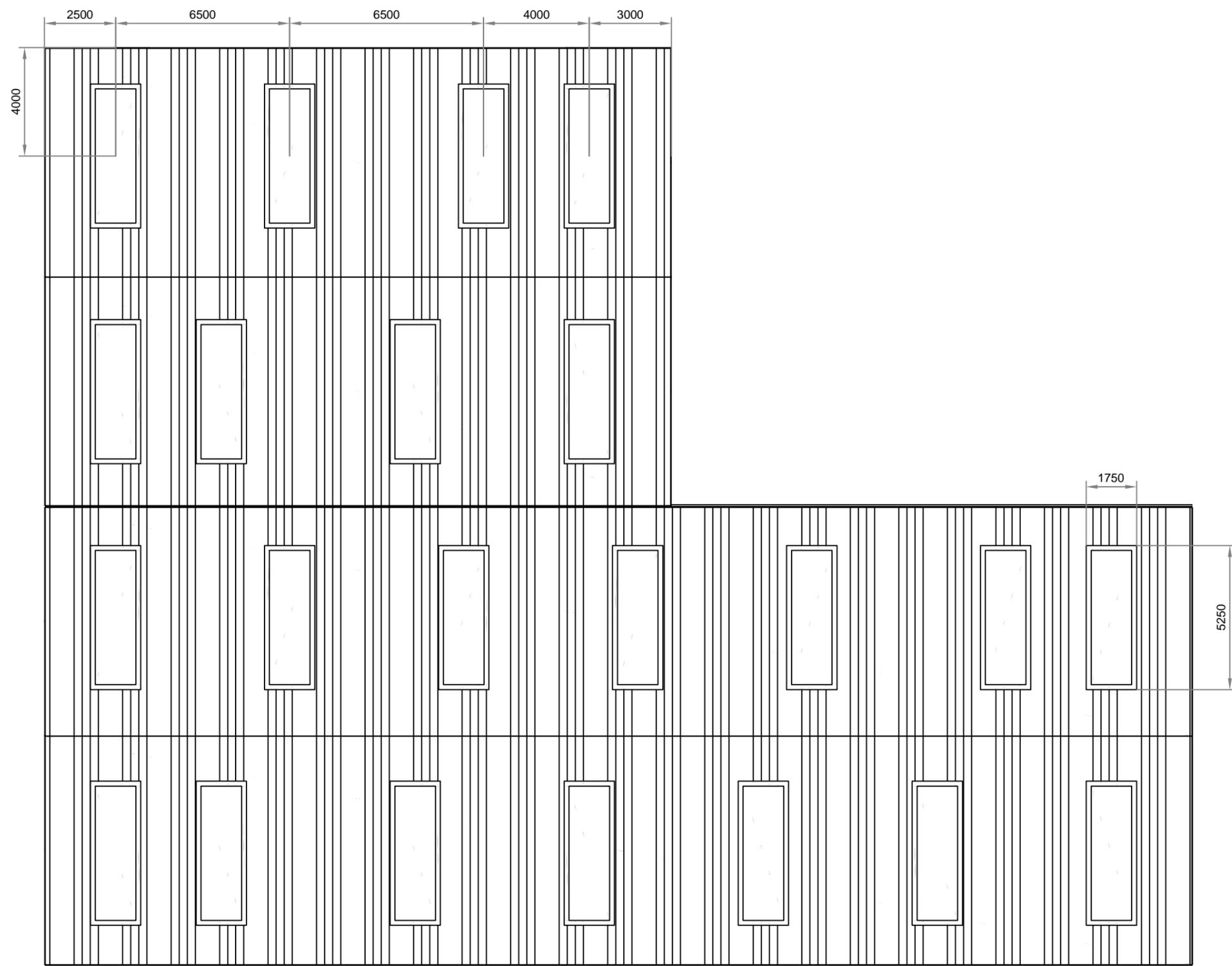
Fecha: **Febrero 2019**

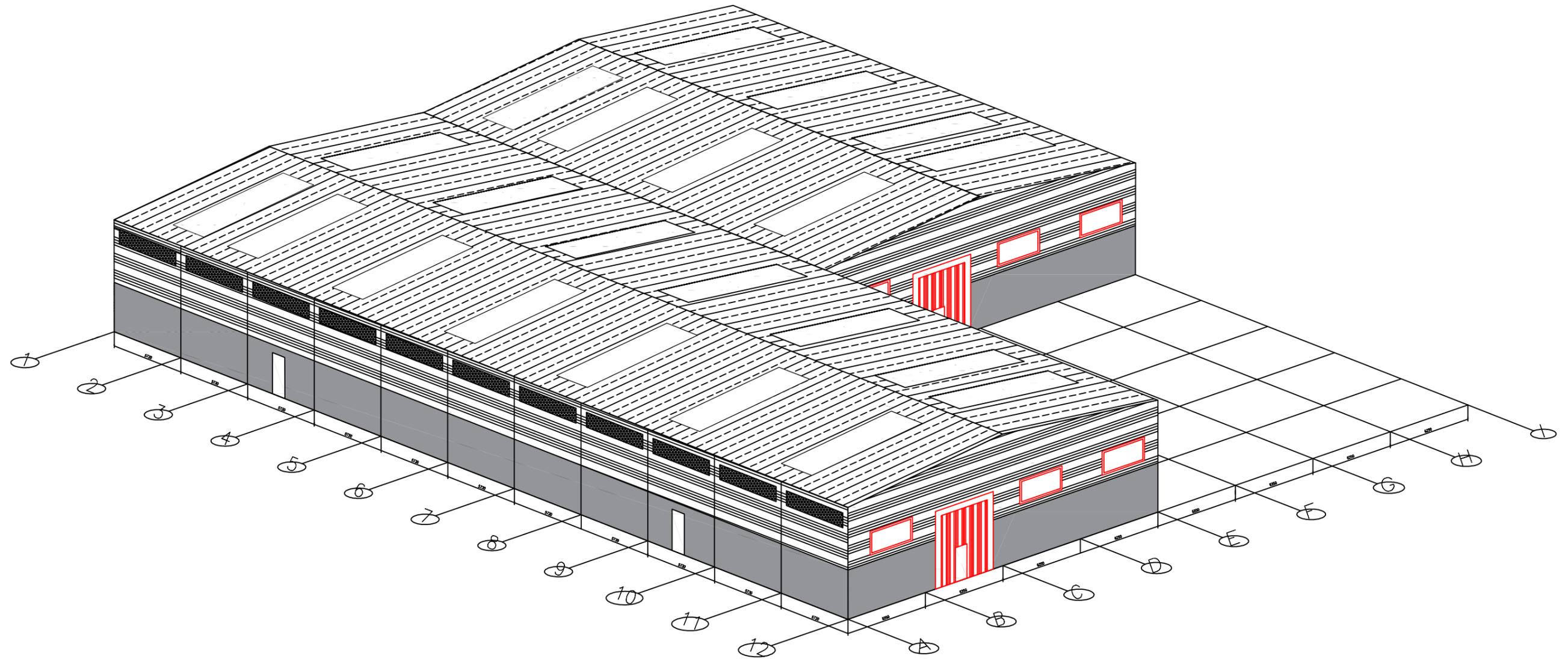
Escala: **1:250**

Nº Plano:

08







4. PRESUPUESTO

ÍNDICE

Capítulo N° 1 Acondicionamiento del terreno	5
Capítulo N° 2 Cimentaciones.....	6
Capítulo N° 3 Estructuras.....	7
Capítulo N° 4 Cerramientos	8
Presupuesto de ejecución material	9
Presupuesto de ejecución por contrata	9
Resumen del presupuesto	10

Capítulo N° 1 Acondicionamiento del terreno

N° Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
1.1 M ²	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.			
	Total m ² :	4.900,000	1,13	5.537,00
1.2 M ³	Excavación en zanjas para cimentaciones en cualquier tipo de terreno, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
	Total m ³ :	187,782	25,72	4.829,75
1.3 M ³	Transporte de tierras con camión a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 10 km.			
	Total m ³ :	206,556	4,39	906,78
1.4 M ³	Relleno a cielo abierto con zahorra natural caliza, y compactación al 95% del Proctor Modificado con compactador tandem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo			
	Total m ³ :	730,500	26,78	19.562,79
Parcial N° 1 Acondicionamiento del terreno :				30.836,32

Capítulo N° 2 Cimentaciones

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.1.- Regularización					
2.1.1.- Hormigón de limpieza					
2.1.1.1	M²	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.			
		Total m² :	287,400	7,75	2.227,35
Total subcapítulo 2.1.1.- Hormigón de limpieza:					2.227,35
Total subcapítulo 2.1.- Regularización:					2.227,35
2.2.- Superficiales					
2.2.1.- Zapatas					
2.2.1.1	M³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 27,2 kg/m³.			
		Total m³ :	160,962	126,27	20.324,67
Total subcapítulo 2.2.1.- Zapatas:					20.324,67
Total subcapítulo 2.2.- Superficiales:					20.324,67
2.3.- Arriostramientos					
2.3.1.- Vigas entre zapatas					
2.3.1.1	M³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 52,4 kg/m³.			
		Total m³ :	26,820	147,38	3.952,73
Total subcapítulo 2.3.1.- Vigas entre zapatas:					3.952,73
Total subcapítulo 2.3.- Arriostramientos:					3.952,73
Parcial N° 2 Cimentaciones :					26.504,75

Capítulo N° 3 Estructuras

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.1.- Acero					
3.1.1.- Montajes industrializados					
3.1.1.1 Kg		Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, con uniones soldadas en obra.			
	Total kg :	2.303,200	2,26		5.205,23
3.1.1.2 Kg		Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, con uniones soldadas en obra.			
	Total kg :	41.857,110	2,26		94.597,07
3.1.1.3 Kg		Acero S275JR en estructura metálica, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, con uniones soldadas en obra.			
	Total kg :	3.795,640	2,26		8.578,15
Total subcapítulo 3.1.1.- Montajes industrializados:					108.380,45
3.1.2.- Pilares					
3.1.2.1 Ud		Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 450x650 mm y espesor 22 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 85,981 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.			
	Total Ud :	20,000	239,65		4.793,00
3.1.2.2 Ud		Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 300x400 mm y espesor 15 mm, con 6 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 55,6398 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.			
	Total Ud :	18,000	74,58		1.342,44
3.1.2.3 Ud		Placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, con rigidizadores, de 350x500 mm y espesor 18 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 70,2248 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca.			
	Total Ud :	5,000	104,44		522,20
Total subcapítulo 3.1.2.- Pilares:					6.657,64
Total subcapítulo 3.1.- Acero:					115.038,09
Parcial N° 3 Estructuras :					115.038,09

Capítulo N° 4 Cerramientos

N°	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Kg	Acero S235JRC en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado y colocado en obra con tornillos.			
		Total kg :	11.607,927	2,80	32.502,20
4.2	M²	Solera de hormigón armado de 30 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, co			
		Total m² :	2.435,000	44,70	108.844,50
4.3	M²	Cerramiento de fachada con paneles sándwich aislantes, de 35 mm de espesor y 2000 mm de ancho, formados por doble cara metálica de chapa lisa de acero, acabado galvanizado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m³, montados en posición vertical, con sistema de fijación oculto.			
		Total m² :	967,000	44,67	43.195,89
4.4	M²	Cubierta inclinada de paneles sándwich aislantes de acero, de 30 mm de espesor y 1150 mm de ancho, alma aislante de lana de roca, con una pendiente mayor del 10%.			
		Total m² :	3.168,000	42,55	134.798,40
4.5	M²	Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas de polimetacrilato de metilo incoloras de 6 mm de espesor.			
		Total m² :	200,125	300,26	60.089,53
4.6	M²	Vidrio de silicato sodocálcico templado, incoloro, de 6 mm de espesor, clasificación de prestaciones 1C2, según UNE-EN 12600, fijado sobre carpintería con calzos y sellado continuo.			
		Total m² :	30,240	73,53	2.223,55
4.7	M²	Cerramiento de fachada formado por paneles prefabricados, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 3 m de anchura y 14 m de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara, dispuestos en posición horizontal.			
		Total m² :	649,380	70,59	45.839,73
4.8	Ud	Puerta basculante para garaje, estándar de compensación por muelles, formada por chapa plegada de acero galvanizado, de textura acanalada, 480x500 cm, apertura automática. Incluye puerta de acceso peatonal 90x200 cm.			
		Total Ud :	2,000	4.493,75	8.987,50
4.9	Ud	Block de puerta acústica, de madera, con un aislamiento a ruido aéreo de 32 dBA, de una hoja, lisa, de 203x82,5 cm, compuesto por alma de tablero aglomerado de partículas de baja densidad, recubierto con laminado de alta presión (HPL), cantos de placa laminada compacta de alta presión (HPL), bastidor de madera y cerco de madera de pino.			
		Total Ud :	2,000	467,37	934,74
4.10	Ud	Rejilla de intemperie con marco frontal y lamas de chapa perfilada de acero galvanizado, de 750x1250 mm.			
		Total Ud :	44,000	820,46	36.100,24
Parcial N° 4 Cerramientos :					473.516,28

Presupuesto de ejecución material

1 Acondicionamiento del terreno	30.836,32
2 Cimentaciones	26.504,75
2.1.- Regularización	2.227,35
2.1.1.- Hormigón de limpieza	2.227,35
2.2.- Superficiales	20.324,67
2.2.1.- Zapatas	20.324,67
2.3.- Arriostramientos	3.952,73
2.3.1.- Vigas entre zapatas	3.952,73
3 Estructuras	115.038,09
3.1.- Acero	115.038,09
3.1.1.- Montajes industrializados	108.380,45
3.1.2.- Pilares	6.657,64
4 Cerramientos	473.516,28
Total	645.895,44

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Presupuesto de ejecución por contrata

Presupuesto de ejecución material (PEM)	645.895,44
13% de gastos generales	83.966,41
6% de beneficio industrial	38.753,73
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	768.615,58
21% IVA	161.409,27
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	930.024,85

