



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE
1650M2, DEDICADA A USOS DEPORTIVOS
(PISTAS DE PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY**

AUTOR: DANIEL FUENTES CARRIÓN

TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ

Curso Académico: 2020-21



RESUMEN

El proyecto abarca el estudio de la tipología mínima exigible a las pistas de pádel y la elaboración de una distribución en planta (layout de bloques). A partir de ahí, se seleccionará la tipología de estructura metálica más conveniente, así como el polígono y la parcela en la que se ubicará la misma.

Una vez realizados los cálculos y estudios pertinentes, se elabora una breve memoria descriptiva con las soluciones adoptadas para estructura, cerramientos y cimentaciones, así como sus correspondientes anexos de cálculo, mediciones y presupuesto, y delineación de planos con los detalles de todos los elementos.



RESUM

El projecte abasta l'estudi de la tipologia mínima exigible a les pistes de pàdel i l'elaboració d'una distribució en planta (layout de blocs). A partir d'ací, se seleccionará la tipologia d'estructura metàl·lica més convenient, així com el polígon i la parcel·la en la qual se situarà la mateixa.

Una vegada realitzats els càlculs i estudis pertinents, s'elabora una breu memòria descriptiva amb les solucions adoptades per a estructura, tancaments i fonamentacions, així com els seus corresponents annexos de càlcul, mesuraments i pressupost, i delineació de plans amb els detalls de tots els elements.



SUMMARY

The project includes the study of the minimum typology required for the paddle courts and the elaboration of a floor plan layout (block layout). From there, the most suitable type of metal structure will be selected, as well as the polygon and the plot on which it will be located.

Once the relevant calculations and studies have been carried out, a brief descriptive report is drawn up with the solutions adopted for the structure, enclosures and foundations, as well as the corresponding annexes for calculations, measurements and budget, and the drawing of plans with the details of all the elements.



DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

1. MEMORIA DESCRIPTIVA
2. ANEXO I. CÁLCULO
3. MEDICIONES Y PRESUPUESTO
4. PLANOS

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE ESTRUCTURA
METÁLICA DE 1650M², DEDICADA A
USOS DEPORTIVOS (PISTAS DE
PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY**

MEMORIA DESCRIPTIVA

AUTOR: DANIEL FUENTES CARRIÓN

TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**



Índice Memoria Descriptiva

1	OBJETO DEL PROYECTO	4
2	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	4
2.1	Antecedentes	4
2.2	Motivación	4
3	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	4
3.1	Localización de la parcela.....	4
3.2	Análisis de la ordenanza urbanística	6
4	NORMATIVA APLICADA	6
5	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	7
6	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	8
6.1	Acondicionamiento del Terreno.....	8
6.2	Cimentación	9
6.2.1	Hormigón de limpieza	9
6.2.2	Zapatas	9
6.2.3	Vigas de atado	11
6.2.4	Solera.....	11
6.3	Cerramientos.....	12
6.3.1	Cerramientos interiores	12
6.3.2	Cerramientos exteriores.....	12
6.4	Estructura	12
6.4.1	Pórtico interior tipo	13
6.4.2	Pórticos de fachada	14
6.4.3	Fachadas laterales	15
6.4.4	Cubierta.....	16
6.4.5	Oficina/Almacén.....	16
6.4.6	Vestuarios.....	17
6.4.7	Placas de anclaje	18
7	RESUMEN DEL PRESUPUESTO	19
8	BIBLIOGRAFÍA	22



Índice de Ilustraciones

Ilustración 3.1: Ubicación Muro de Alcoy	5
Ilustración 3.2: Situación polígono y sectores.....	5
Ilustración 3.3: Situación parcela	6
Ilustración 5.1: Distribución nave	7
Ilustración 5.2: Distribución parcela	8
Ilustración 6.1: Dimensiones nave	8
Ilustración 6.2: Estado inicial parcela	9
Ilustración 6.3: Planta cimentación	11
Ilustración 6.4: Características vigas de atado.....	11
Ilustración 6.5: Estructura 3D alámbrica.....	13
Ilustración 6.6: Pórtico interior tipo	14
Ilustración 6.7: Pórtico de fachada K	14
Ilustración 6.8: Pórtico de fachada A	15
Ilustración 6.9: Fachada lateral 1	15
Ilustración 6.10: Fachada lateral 5	15
Ilustración 6.11: Cubierta.....	16
Ilustración 6.12: Estructura 3D Oficina/Almacén	16
Ilustración 6.13: Estructura 3D vestuarios	17
Ilustración 6.14: Detalle 3D placa de anclaje.....	18

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Ordenanza vs Valor de proyecto	6
Tabla 6.1: Elementos de cimentación.....	10



1 OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo en este proyecto es el cálculo y dimensionado estructural de un establecimiento industrial para albergar instalaciones destinadas al deporte del pádel. Sean estas tanto las propias pistas de pádel como una oficina, un almacén y dos vestuarios. Este establecimiento tiene una superficie construida de 1650m² y se encuentra en el polígono industrial El Pi de Muro de Alcoy (Alicante).

Se trata de un trabajo realizado por el alumno Daniel Fuentes Carrión en el que se pretenden desarrollar los conocimientos adquiridos durante los cuatro cursos del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII). El presente documento forma parte del Trabajo de Final de Grado (TFG).

2 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

2.1 Antecedentes

El cliente ficticio Club de Tenis La Plana de Muro de Alcoy ha decidido que es el momento de acercar el pádel al pueblo de Muro ante el evidente crecimiento de la afición por este deporte, el aumento en la demanda de horas de juego, y visto el gran éxito de los clubes de pádel que todos los municipios cercanos a Muro poseen. Se pretende dar solución a la necesidad de los deportistas de trasladarse a otros municipios con instalaciones de pádel con tal de poder practicar dicho deporte. Además, deben ser instalaciones cubiertas para tener una disponibilidad máxima de las pistas sea cual sea la meteorología del momento.

Los requisitos principales del cliente son una gran altura de la cubierta (para que esta interfiera lo mínimo con el juego), la presencia en el establecimiento de vestuarios, almacén y oficina, proximidad al núcleo urbano de Muro, y capacidad para albergar tres pistas de dobles (20x10) y una pista de individuales (20x6).

Se establecerá el edificio en la zona industrial PI1 del polígono industrial El Pi, más concretamente en la parcela con referencia catastral “2257708YH2925N0001XA” de 3620m².

2.2 Motivación

Una de las principales motivaciones para realizar este Proyecto de Final de Grado es la de completar el grado para así poder continuar con los estudios de Máster en Ingeniería Industrial, ya que este trabajo es requisito indispensable para la consecución del título, y este, a su vez, es requisito indispensable para acceder al máster.

Por otra parte, existen distintas motivaciones relacionadas con esta rama de la ingeniería que es la construcción. Es de gran interés para el autor del presente trabajo profundizar en esta materia y adquirir conocimientos que van a ser de gran utilidad en su vida laboral, así como las habilidades adquiridas respecto a los programas de cálculo y diseño utilizados; Cype 3D, CypeCad y Arquímedes (del paquete Cype Ingenieros), Autocad e Inventor (de Autodesk), o Word y Excel (de Microsoft).

3 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

3.1 Localización de la parcela

El establecimiento industrial objeto de este proyecto se ubicará en la población de Muro de Alcoy perteneciente a Alicante (Comunidad Valenciana), cuya ubicación en el mapa puede verse en la *Ilustración 3.1*.



Ilustración 3.1: Ubicación Muro de Alcoy

Dentro de esta población, se situará en el polígono industrial El Pi y, más concretamente, en el sector industrial PI1, que es uno de los tres sectores que forman el polígono (PI1, PI2 y PI3), como se puede ver en la *Ilustración 3.2*. Esta ilustración pertenece al documento “Planos de Ordenación Pormenorizada” del Plan General de Ordenación Urbana (P.G.O.U.) de Muro de Alcoy. Se han definido únicamente las zonas de los sectores industriales en colores.

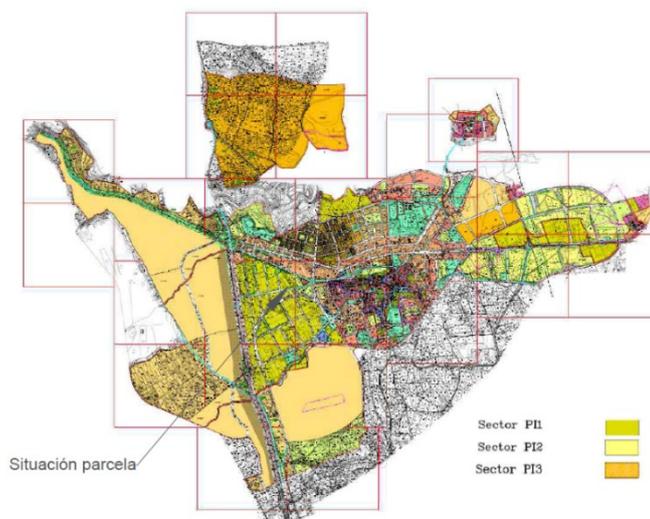


Ilustración 3.2: Situación polígono y sectores

La ubicación de la parcela se ha elegido teniendo en cuenta el requisito del cliente de que las instalaciones deben estar próximas al núcleo urbano de Muro y de que han de tener unas dimensiones mínimas para albergar las cuatro pistas de pádel.

De esta manera, la parcela escogida, con referencia catastral “2257708YH2925N0001XA”, queda a escasos 270 metros del casco antiguo y se puede llegar a ella desde cualquier parte del municipio, sin necesidad de recurrir al transporte motorizado, en menos de 10 minutos. Su situación, geometría y dimensiones se representan en la *Ilustración 3.3*.

- ❖ REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). Se trata de un marco normativo que tiene por objetivo asegurar los requisitos mínimos de seguridad para las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. En el que se encuentra el Documento Básico sobre Seguridad Estructural (DB-SE) de obligado cumplimiento, el cual cubre las exigencias básicas de Resistencia y Estabilidad (DB-SE-1) y Aptitud al Servicio (DB-SE-2). También contiene el Documento Básico sobre Seguridad Estructural Acero (DB-SE-A) y el Documento Básico sobre Seguridad Estructural de Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).
- ❖ REAL DECRETO 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- ❖ PLAN GENERAL DE ORDENACIÓN URBANA (P.G.O.U) de Muro de Alcoy. Que es un instrumento de ordenación integral del término municipal por el que se establece un régimen jurídico del suelo, con unas normativas específicas, y se definen los elementos fundamentales de la estructura general del territorio.

5 DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

La distribución en planta de la nave queda como se muestra en la *Ilustración 5.1*.

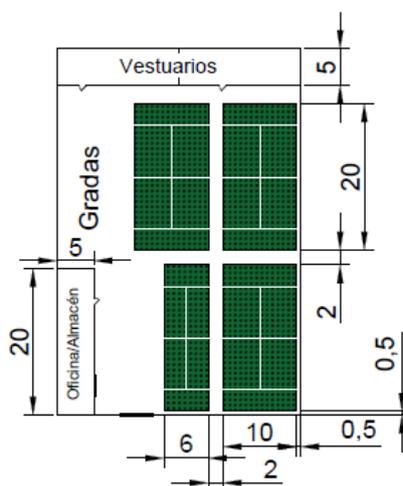


Ilustración 5.1: Distribución nave

Con esta distribución se trata de aprovechar el espacio disponible al máximo, dejando también espacio para unas posibles gradadas para eventos y torneos.

Se pueden diferenciar los 2 tipos de pistas de pádel; 3 pistas para dobles (2 vs 2) de 20x10m y 1 pista de individuales (1 vs 1) de 6x10m. Esto deja un espacio total dedicado a este deporte de 720m². Las pistas, sean del tipo que sean, tienen una altura máxima de 4m, 2 puertas de acceso y 4 postes que soportarán 8 luminarias en total de 150W situadas a una distancia mínima del suelo de 6m. Esto es según la norma N.I.D.E. 1: Campos pequeños/ Pistas de pádel, de 2004, del Consejo Superior de Deportes (CSD).

En la parte frontal izquierda de la nave se situarán la oficina y el almacén, separados entre sí por tabiquería, con una superficie total (sumando las dos zonas) de 100m² y 3,5m de altura. Es la zona donde se atenderá a los clientes y se llevará a cabo la parte administrativa, además de almacenar los recambios deportivos necesarios y el material de mantenimiento tanto de la nave como de las pistas.

Los vestuarios se situarán en la parte posterior de la nave, con una superficie total de 165m², y separados por tabiquería el vestuario masculino del femenino. Será también donde se encontrarán las duchas y el WC.

Finalmente se identifica la zona de gradas, sin una delimitación clara, pero con unos 150m² en los que el cliente podrá disponer de gradas desmontables, zona de espera, o incluso gradas fijas en el momento que se crea conveniente.

Se muestra en la *Ilustración 5.2* la distribución en la parcela, con el detalle de las zonas de aparcamiento, y el muro perimetral de 1m de altura y 0,15m de ancho con una longitud de 241m que rodea la parcela, excepto en la zona de acceso de los coches. También se puede apreciar que se trata de una nave aislada y que se respetan los límites del retranqueo.

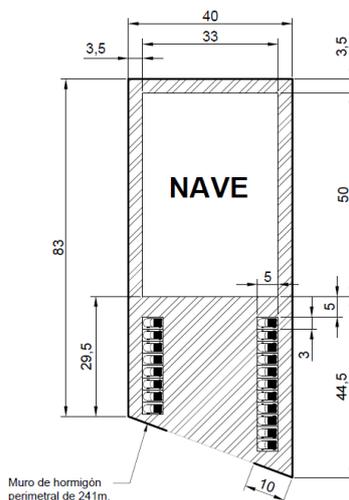


Ilustración 5.2: Distribución parcela

6 DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El edificio proyectado es del tipo nave industrial a dos aguas, nave aislada. Se ha diseñado en base a los requisitos impuestos por el cliente y al aprovechamiento del espacio conforme a lo mostrado en el apartado anterior. También teniendo en cuenta las limitaciones de la parcela y la ordenanza. Así pues, en la *Ilustración 6.1* se muestran las dimensiones finales de la nave.

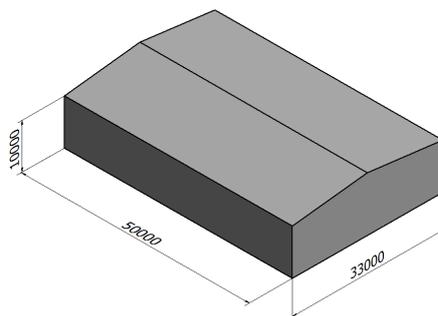


Ilustración 6.1: Dimensiones nave

6.1 Acondicionamiento del Terreno

El estado inicial de la parcela es el que se puede apreciar en la *Ilustración 6.2*.



Ilustración 6.2: Estado inicial parcela

Debido a este estado y al hecho de que no haya construcciones previas existentes, las actuaciones sobre el terreno serán:

- ❖ En primer lugar, la tala del árbol ahí presente de entre 5 y 10m de altura y de más de 60cm de diámetro del tronco con motosierra. Cargándose este al camión y extrayéndose el tocón.
- ❖ Seguidamente se procederá al desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos con el fin de retirar los pequeños arbustos que se aprecian, plantas, maleza, broza, escombros, o cualquier otro material presente.

También en este momento se realiza la excavación inicial de las zanjas y pozos para la cimentación con medios mecánicos.

Todos los residuos generados en este capítulo de acondicionamiento del terreno (maleza, escombros, tierras...) son cargados al camión y transportados a un vertedero autorizado situado a 5km.

6.2 Cimentación

La cimentación del edificio está constituida por dos elementos principales; zapatas aisladas y vigas de atado. Estos elementos, junto con el hormigón de limpieza y la solera de asiento se describen a continuación.

Se consideran como material de apoyo de la cimentación arcillas de consistencia dura-semidura con una densidad de 1,83 ton/m³ y ángulo de rozamiento 30°.

6.2.1 Hormigón de limpieza

En el fondo de las zanjas y pozos excavados para alojar las vigas de atado y las zapatas, respectivamente, se vierte, desde camión, una capa de hormigón de limpieza de 10cm de espesor. Este hormigón está codificado como HL-150/B/20, cuyo significado es hormigón de limpieza de consistencia blanda, 20mm de tamaño máximo del árido y con 150kg/m³ de cemento.

Este hormigón tiene como objetivo evitar la desecación del hormigón estructural en el momento de su vertido, así como evitar su contaminación durante las primeras horas. También proporciona una zona horizontal y plana sobre la que apoyan las diferentes zapatas y vigas de atado.

6.2.2 Zapatas

Las zapatas son el elemento de cimentación que forma la base de los pilares y se conecta a estos mediante la placa de anclaje. Su función es transmitir las cargas procedentes de la estructura, debidas a las tensiones generadas en los distintos elementos, al terreno.

Las zapatas son de hormigón armado con código HA-30/B/20/IIa+Qa para el hormigón y UNE-EN 10080 B500S para el acero que formará el armado del hormigón.

- ❖ HA-30/B/20/IIa+Qa: Hormigón armado con 25N/mm² de resistencia característica, consistencia blanda y 20mm de tamaño máximo del árido. IIa+Qa hace referencia a que la corrosión procede de orígenes diferentes a los cloruros y que el ataque químico es de carácter débil.



- ❖ UNE-EN 10080 B500S: Barras de acero laminado en caliente con al menos dos filas de corrugas transversales y con límite elástico 500MPa.

En este proyecto todas las zapatas son aisladas. Generalizando y, según su forma y disposición respecto a la base del pilar, se diferencian 3 tipos.

- ❖ Excéntricas con crecimiento hacia fuera de la nave (dirección del momento máximo) y rectangulares. Estas son las zapatas de los pórticos interiores.
- ❖ Centradas, rectangulares. Estas son las zapatas centrales de los pórticos de fachada y de la estructura de los vestuarios.
- ❖ Centradas, Cuadradas. Estas son las zapatas esquineras de la nave y las que forman la parte interior de la estructura de la oficina/almacén.

Dentro de estos 3 tipos generales que se han mencionado hay diferentes subtipos según el armado y las dimensiones de la propia zapata haciendo un total de 12 subtipos. Esto se puede apreciar en la *Tabla 6.1*, extraída directamente de Cype3D. En esta se incluye también la descripción de cada uno de los armados necesarios.

Tabla 6.1: Elementos de cimentación

CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N51 y N53	250x250	55	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22
N6 y N8	170x300	120	10ø20c/29	6ø20c/29	10ø20c/29	6ø20c/29
N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41 N13, N18, N23, N28, N33, N38 y N43	170x340	135	20ø16c/16	10ø16c/16	20ø16c/16	10ø16c/16
N46 y N48	190x360	140	15ø20c/24	8ø20c/24	15ø20c/24	8ø20c/24
N58 y N60	175x350	75	12ø16c/29	6ø16c/29	12ø16c/29	6ø16c/29
N59	190x360	80	13ø16c/27	7ø16c/27	13ø16c/27	7ø16c/27
N68 y N70	150x300	60	15ø12c/20	7ø12c/20	15ø12c/20	7ø12c/20
N69	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N104, N109, N110 y N111	150x150	45	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27
N112	160x160	45	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27
N123 y N125	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N124	170x330	70	19ø12c/17	9ø12c/17	19ø12c/17	9ø12c/17

En la *Ilustración 6.3* se representa la distribución en planta simplificada de la cimentación con las referencias de cada una de las zapatas. El “Tipo” representado en esta ilustración hace referencia a las placas de anclaje que se verán más adelante.

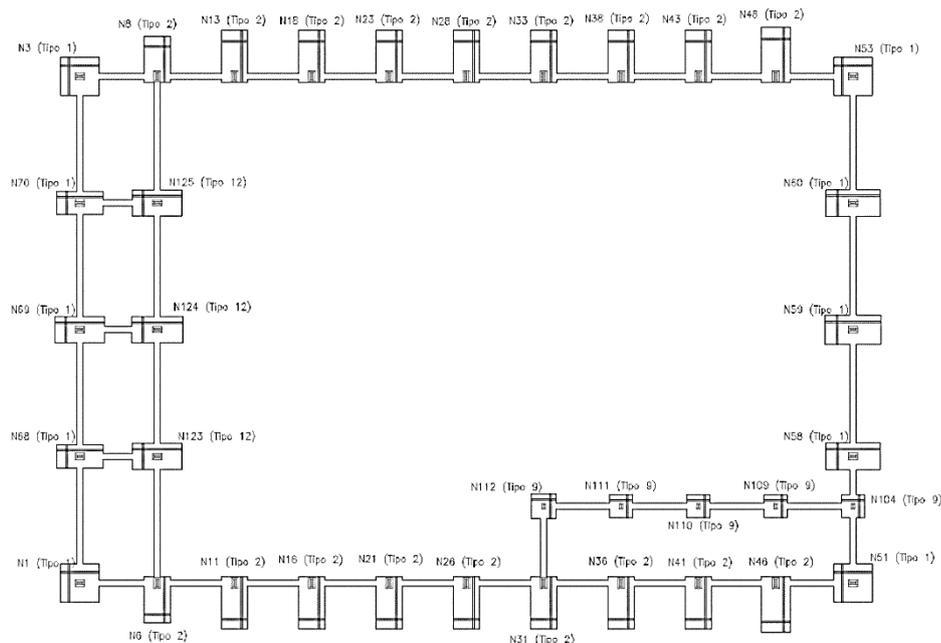


Ilustración 6.3: Planta cimentación

Los elementos de cimentación (zapatas y vigas de atado) quedan mejor detallados en los *Planos 5 y 6* del Documento Planos.

6.2.3 Vigas de atado

Las vigas de atado son elementos lineales que unen las zapatas. Se utilizan para el arriostramiento de elementos de la cimentación, para solidarizar y unificar el comportamiento de ésta absorbiendo los esfuerzos horizontales a los que se ve sometida, evitando así desplazamientos relativos entre zapatas.

Están conformadas por el mismo material que las zapatas, hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qa y barras de acero UNE-EN 10080 B500S.

Según la longitud de la viga, que depende directamente de la distancia entre zapatas, se distinguen 4 tipos en este proyecto, detallados en el *Plano 6* del Documento Planos. Pese a la diferencia en su longitud, todas las vigas comparten las mismas características principales. Son vigas de tipología C.1 con las propiedades mostradas en la *Ilustración 6.4* extraída Cype3D.



Ilustración 6.4: Características vigas de atado

6.2.4 Solera

Para la nivelación del terreno se procede a la instalación de una capa de solera de 10cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIa+Qa con una malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. La solera es un elemento no estructural cuyo objetivo es proporcionar un firme horizontal, como acabado definitivo o como base para otros pavimentos y estructuras adicionales. La misión del mallazo es la de resistir las tensiones a tracción que se producen por fenómenos higrotérmicos, evitando la aparición de fisuras.

Previo a la instalación de la solera, el terreno es compactado y cubierto por una capa de zahorra artificial caliza de 10cm de espesor.



6.3 Cerramientos

6.3.1 Cerramientos interiores

Con cerramientos interiores se hace referencia a los cerramientos de la nave industrial; de fachada, laterales y de cubierta. Para todos ellos se ha elegido un cerramiento de panel tipo sándwich, que ofrece un buen aislamiento térmico y acústico. Existen diferencias entre los cerramientos de fachada, frontal y lateral, y los de cubierta. Estos dos tipos se detallan a continuación:

- ❖ Cerramientos de fachada: Paneles de 50mm de espesor y 1100mm de anchura que están formados por doble cara metálica de chapa micronervada de acero galvanizado y prelacado. La cara exterior tiene un espesor de 0,60mm y la interior de 0,50mm. Entre estas dos capas se dispone un aislante de poliuretano de densidad media 40kg/m³. Dispuestos en vertical y con fijación oculta.
- ❖ Cerramientos de cubierta: Paneles tipo sándwich de 30mm de espesor y 1000mm de ancho, con la superficie exterior grecada y la interior lisa, ambas de acero con acabado prelacado y de 0,50mm de espesor. Entre las dos, se sitúa aislante de poliuretano de 40kg/m³ de densidad media. La fijación es mecánica y vista.
En la cubierta se dispondrán, según el *Plano 17* del Documento Planos, 5 aireadores lineales estáticos de 3,5m de longitud y 0,6m de anchura, con el objetivo de mejorar y conseguir una buena renovación del aire en el edificio.

Estos paneles que forman los cerramientos interiores son los que reciben las cargas exteriores actuantes sobre la nave, ya sea el viento, la nieve, sobrecarga de uso... Estas cargas deben transmitirse a la estructura, para pasar a la cimentación y de ahí al terreno.

Los paneles se anclan sobre las correas y es a través de estas como se transmiten las cargas recibidas por los cerramientos a la estructura. En el caso de la cubierta las correas son de tipo CF 160x2,5 S235 de acero conformado y están separadas entre sí 1,60m y 0,30m respecto a los bordes de la jácena. Mientras que para las fachadas frontales y laterales son de tipo IPE120 de acero laminado con una separación de 2m, estando la correa más alta enrasada con la cabeza del pilar.

Por otra parte, y con el fin de ahorrar energía durante las horas de sol, se ha dispuesto una gran cantidad de lucernarios tanto en cubierta como en fachada y se diferencian 3 tipos.

- ❖ Lucernarios en cubierta: A un agua, revestidos con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6mm de espesor. Dimensiones y disposición según *Plano 17* del Documento Planos.
- ❖ Ventanas cuadradas 1,20x1,20m en fachadas: Vidrios de doble acristalamiento estándar 6/8/6 (total de 20mm de espesor) con cámara de aire deshidratada y doble sellado perimetral. Disposición según *Planos 15 y 16* del Documento Planos.
- ❖ Resto de ventanas en fachadas: Lunas incoloras de 5mm fijadas sobre carpintería. Dimensiones y disposición según *Planos 15 y 16* del Documento Planos.

Para finalizar con los cerramientos de la nave, se dispone una puerta seccional de uso industrial de 4x4m en la fachada frontal que da al vial. Está formada por panel tipo sándwich de 45mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano. En esta misma puerta seccional se instala otra puerta de registro para instalaciones con dimensiones 1,20x2,20m de acero galvanizado. La disposición de estas puertas puede verse en el *Plano 15*.

6.3.2 Cerramientos exteriores

Para rodear la parcela, simplemente a modo de delimitar la misma, ya que no se precisa seguridad extra, aparte de la que proporcionan los propios cerramientos de la nave, se dispone un muro continuo de bloque CV de hormigón liso. Este es rematado con una losa prefabricada de hormigón en piezas de 50x20x4cm. El muro rodea la parcela tal como se describe en el *Plano 3* del Documento Planos y en la *Ilustración 5.2* dejando frente al vial una abertura de 33m.

6.4 Estructura

La nave industrial ha sido proyectada con la tipología de nave a dos aguas con una superficie total de 1650m². La totalidad de los perfiles utilizados son del tipo IPE S275 de acero laminado, exceptuando las correas de cubierta que son del tipo CF S235 de acero conformado, como se ha

explicado anteriormente. En la *Ilustración 6.5* como en el *Plano 8* del Documento Planos, se muestra la estructura 3D alámbrica resultante con sus dimensiones e identificación de las alineaciones. En ambos se omite la representación de las correas.

Esta estructura está formada por 11 pórticos a dos aguas dispuestos paralelamente a una distancia (crujía) de 5m y unidos por la viga perimetral (detallada en el apartado *Fachada lateral*). 2 de ellos son pórticos de fachada y los 9 restantes son pórticos interiores. Estos se detallan en los siguientes apartados y en el Documento Planos.

El sistema contra viento del edificio, en la dirección horizontal perpendicular al plano de pórtico, está compuesto por las vigas contra viento (VCV) situadas en los planos de los faldones de cubierta y por las cruces de San Andrés en las fachadas laterales. La acción del viento horizontal, perpendicular al pórtico de fachada se canaliza a través de la VCV a sus apoyos extremos. Estos apoyos son generados por las cruces de San Andrés, que reciben la carga canalizada del viento por la VCV y la transmiten a la cimentación.

Por otro lado, para evitar la deformación del edificio a causa de la acción del viento horizontal, en dirección paralela al plano de pórtico, se han dispuesto un total de 4 cruces de San Andrés en los pórticos de fachada.

Los sistemas contra viento se detallan en los apartados que siguen.

Todas las uniones de la nave se han diseñado mediante soldadura, exceptuando las correas, y están representadas y detalladas en el Documento Planos.

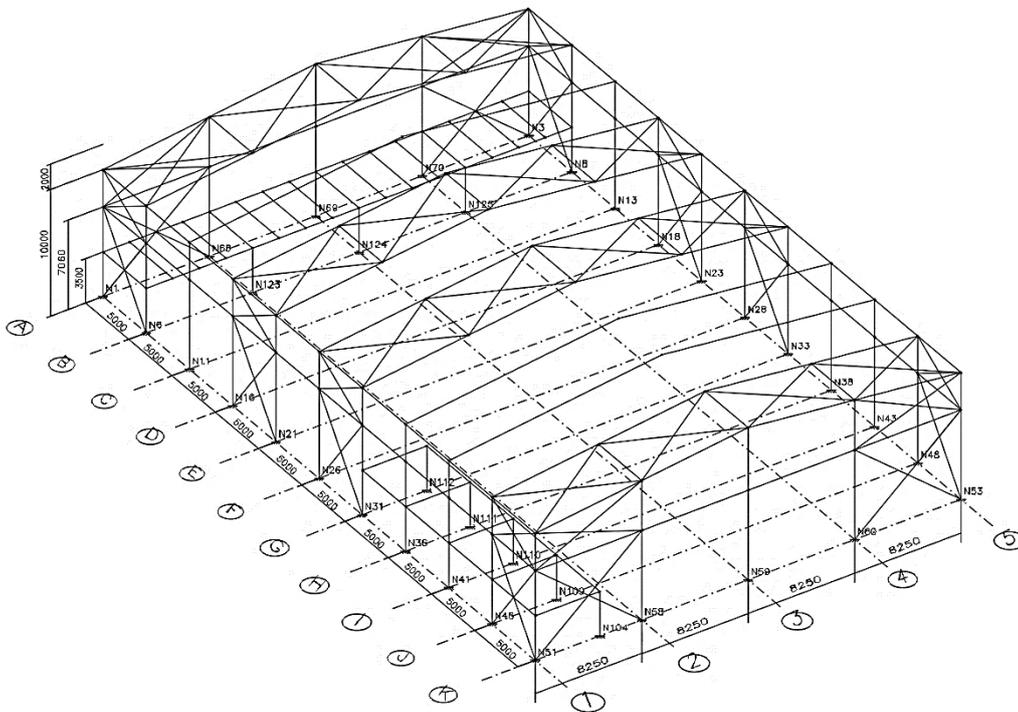


Ilustración 6.5: Estructura 3D alámbrica

6.4.1 Pórtico interior tipo

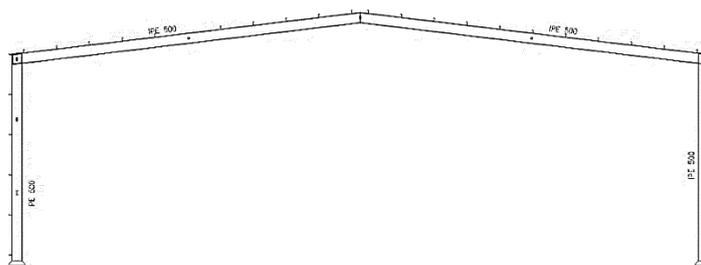


Ilustración 6.6: Pórtico interior tipo

El pórtico interior tipo es la estructura básica de las alineaciones B, C, D, E, F, G, H, I y J y queda totalmente detallado en el *Plano 11* del Documento Planos. Constituido por pilares y jácenas tipo IPE500 tiene una luz de 33m, una altura de cabeza de pilar de 10m y una altura de cumbrera de 12m. Así pues, la longitud de las jácenas es de 16,62m y su pendiente es de $6,91^\circ$.

Los pórticos en las alineaciones H, I, J forman parte de la estructura de la oficina/almacén, mientras que el pórtico en la alineación B forma parte de la estructura de los vestuarios. Esto se detallará más adelante.

Todos los nudos del pórtico son rígidos y las uniones quedan bien definidas y detalladas en el Documento Planos.

6.4.2 Pórticos de fachada

Ambos pórticos de fachada están formados por 5 pilares de perfil IPE330 y jácenas de perfil IPE200. Los pilares tienen una separación de 8,25m para una luz de 33m, y alturas de 10, 11 y 12m los situados en extremos, a 8,25m de los extremos y los centrales, respectivamente.

Para arriostrar estos pórticos se han utilizado cruces de San Andrés, un total de 4, con perfiles L70x70x5 (S275) tanto para los tirantes superiores como para los inferiores. Se ha elegido perfiles en L por el hecho de que estos pueden cruzarse en el mismo plano. Para los montantes se han utilizado perfiles huecos cuadrados #140x5 (también S275).

Existen diferencias entre ambos pórticos de fachada y se exponen a continuación.

- ❖ Pórtico de fachada, alineación K:

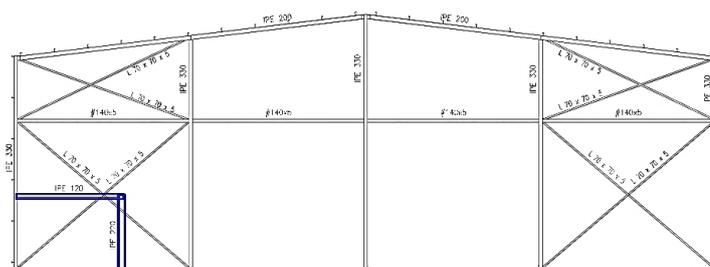


Ilustración 6.7: Pórtico de fachada K

Este pórtico es el que se encuentra frente al vial. Se pueden apreciar en la *Ilustración 6.7* las cruces de San Andrés que forman el arriostramiento. También se puede ver como el primer vano de la estructura oficina/almacén, paralelo a los pórticos (remarcado en azul), está contenido en el plano del pórtico de fachada K.

- ❖ Pórtico de fachada, alineación A:

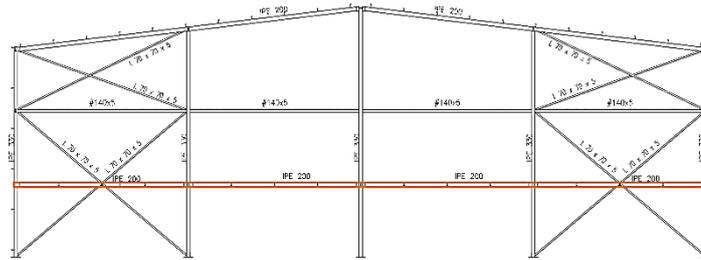


Ilustración 6.8: Pórtico de fachada A

Es el pórtico situado en la parte posterior de la nave. Al igual que en el pórtico K se aprecian los arriostramientos con perfiles L70x70x5 y los montantes #140x5. Y, en este caso, es el plano posterior de los vestuarios, paralelo a los pórticos (remarcado en naranja), el que está contenido en el plano del pórtico de fachada A.

Estos pórticos y sus uniones quedan definidos y detallados en los Planos 9 y 10 del Documento Planos. Cabe decir que los extremos superiores de los pilares, ambos extremos de los montantes y ambos extremos de los tirantes son articulados (válido para los dos pórticos).

6.4.3 Fachadas laterales

Ambas fachadas laterales miden 50m de longitud y 10m de altura. La separación entre pilares de distintos pórticos (crujía) es de 5m. El arriostramiento de estas fachadas consta de 4 cruces de San Andrés y una viga perimetral en cada una.

Para los tirantes de las cruces, tanto los superiores como los inferiores, se ha optado por perfiles L70x70x5 y sus montantes son de perfil #80x4. La viga perimetral tiene un perfil IPE160 y es un elemento de arriostramiento que trabaja a tracción y se encarga de canalizar empujes procedentes de pórticos interiores. Todos estos son de acero laminado S275.

A continuación se ilustran las diferencias entre las dos fachadas laterales.

- ❖ Fachada lateral, alineación 1:

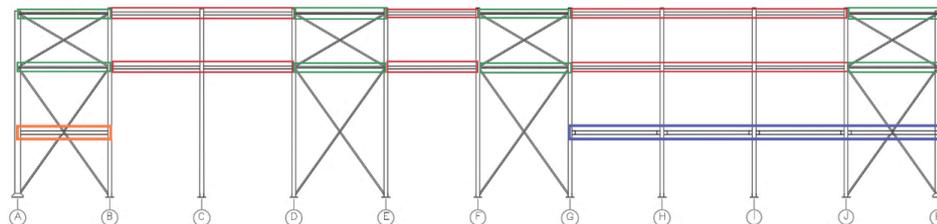


Ilustración 6.9: Fachada lateral 1

En rojo se remarca la viga perimetral y en verde los montantes de las cruces de San Andrés. Esto es idéntico para la fachada lateral opuesta.

Se puede ver que los planos con alineación 1 de la oficina/almacén (azul) y vestuarios (naranja) están contenidos en el plano de fachada lateral 1.

- ❖ Fachada lateral, alineación 5:

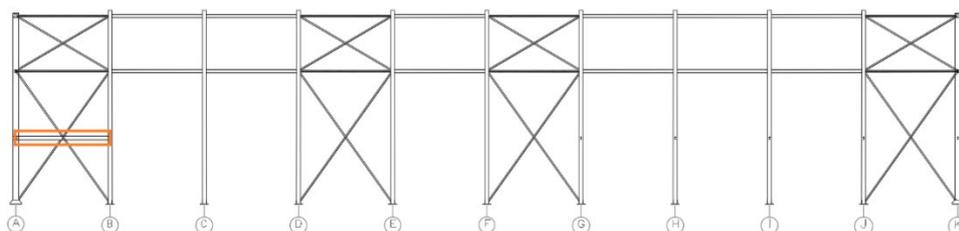


Ilustración 6.10: Fachada lateral 5

En este caso se puede ver que es el plano con alineación 5 de los vestuarios el que está contenido en el plano de fachada lateral 5.

La viga perimetral y los montantes son idénticos al plano de fachada lateral anterior.

En los Planos 12 y 13 del Documento Planos quedan descritas y detalladas tanto las fachadas laterales como las uniones de sus nudos. Cabe remarcar que tanto los extremos de los segmentos de viga perimetral como de montantes y tirantes son articulados (válido para ambas fachadas).

6.4.4 Cubierta

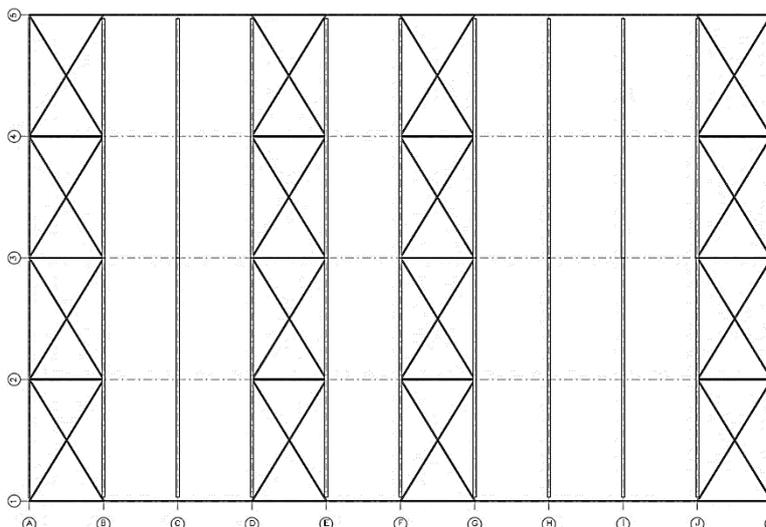


Ilustración 6.11: Cubierta

De la cubierta sólo nos queda por describir la viga contra viento (VCV). Se trata de una viga tipo Pratt dispuesta en el plano del faldón a la que se le han duplicado las diagonales para poder considerar efectos de presión y succión del viento.

Los tirantes en este plano son de perfil L75x75x5 mientras que los montantes son de perfil #80x4. Ambos, tirantes y montantes, articulados en sus extremos.

6.4.5 Oficina/Almacén

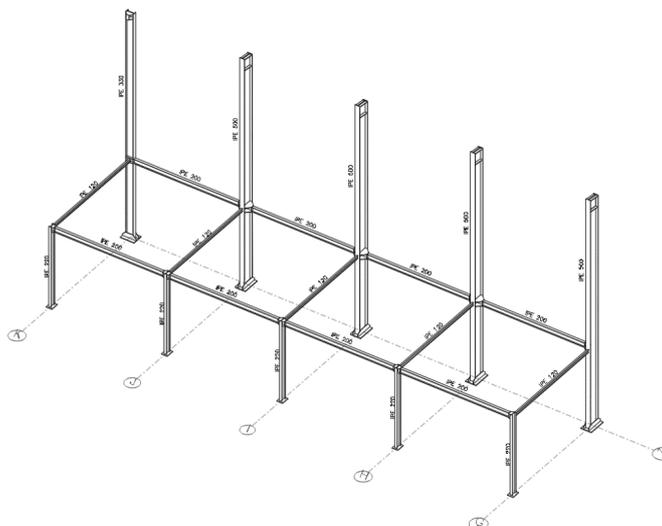


Ilustración 6.12: Estructura 3D Oficina/Almacén

El espacio oficina/almacén tendrá una altura de 3,5m, una longitud de 20m y una anchura de 5m para una superficie total de 100m².

Como se puede observar en la *Ilustración 6.12*, los pilares que quedan en el interior de la nave son de perfil IPE200 mientras que los demás son los propios pilares de los pórticos. Así pues, quedan pilares IPE500 para las alineaciones G, H, I y J e IPE330 para la alineación K. Respecto a las vigas, se tienen por un lado IPE120 las paralelas a los planos de pórtico e IPE200 las restantes, perpendiculares a estas últimas. Más detallado, junto con la representación de las uniones entre barras, queda en el *Plano 19* del Documento Planos.

Para cubrir por completo la parte superior de este espacio, se disponen 4 láminas de acero de 5x5 y 3mm de espesor, que servirán de base en caso de necesidad de más espacio para almacenar. Este espacio superior del altillo no es transitable y únicamente accesible en caso de mantenimiento. Para rematar, se coloca en la parte inferior de estas láminas, un falso techo registrable decorativo con perfilera vista de acero galvanizado y placas de yeso laminado acabado con vinilo blanco en la cara vista y barrera de vapor de aluminio en la cara opuesta.

La partición interior del espacio se realiza mediante sistema de tabiquería TC-7 "PANELSYSTEM" de yeso reforzado con fibra de vidrio de 70mm de espesor en la alineación J. Quedando el espacio más pequeño de 5x5 para la oficina y el espacio de 15x5 para el almacén. Estos se conectan a través de una puerta de madera abatible de una hoja con dimensiones 210x82,5x3,5cm de tablero aglomerado chapado con sapeli.

Para la partición del espacio respecto al resto de la nave se utiliza un sistema de tabiquería TC7+MA2+LM40+MA2+TC7 "PANELSYSTEM" de 190mm de espesor total. Compuesta por dos hojas de panel de yeso reforzado con fibra de vidrio entre las cuales se dispone un aislamiento formado por 2 membranas acústicas de 2mm de espesor y un panel intermedio de lana mineral de 40mm de espesor. El acceso se realiza por la parte del almacén entre las alineaciones G-H donde se sitúa una puerta de 38mm de espesor compuesta por dos chapas de acero galvanizado acabado en blanco y con rejillas de ventilación, entre las cuales se dispone una cámara rellena de poliuretano.

Entre las alineaciones J-K y H-I, se colocan sendas ventanas de doble acristalamiento iguales en materiales, geometría y dimensiones a las ventanas 1,20x1,20m ubicadas en fachadas. Esto permitirá la atención al cliente desde la oficina y la vigilancia del recinto.

6.4.6 Vestuarios

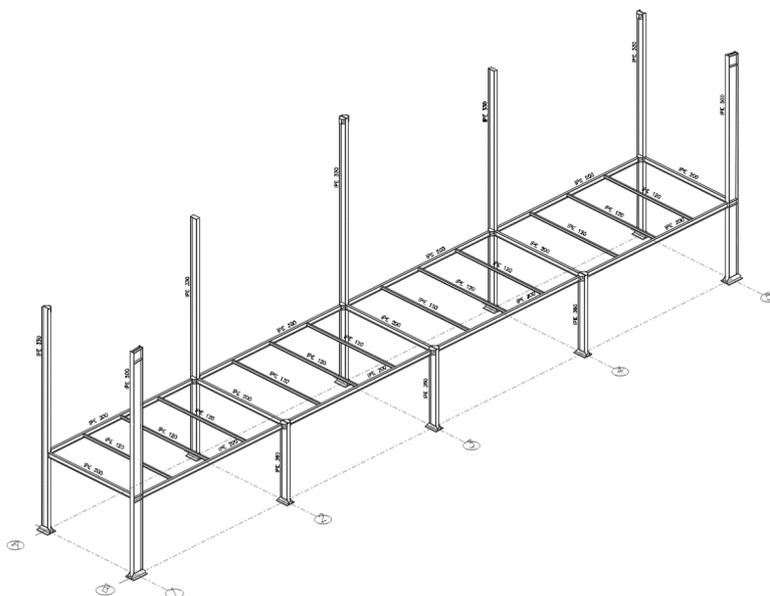


Ilustración 6.13: Estructura 3D vestuarios

Los vestuarios tendrán una altura de 3,5 metros, una longitud de 33m y una anchura de 5m, para una superficie total de 165m².

Tal como se muestra en la *Ilustración 6.13*, y más detalladamente, junto con la representación de las uniones, en el *Plano 18* del Documento Planos, los pilares que quedan en el interior de la nave tienen un perfil IPE360 mientras que el resto son los propios pilares de los pórticos. Así, en la alineación A, estos pilares son de perfil IPE330 y los situados en los extremos de la alineación B son de perfil IPE 500. Las vigas dispuestas entre dos pilares son de tipo IPE200 y el resto, de perfil IPE120.

Para cubrir la parte superior del altillo se utiliza el mismo material que en las oficinas, 4 planchas de acero de 3mm de espesor, pero en este caso de dimensiones 8,25x5. También se remata con el mismo falso techo, pero con la única diferencia que en este caso se dispone de aislamiento térmico formado por panel impermeabilizante de poliestireno extruido. Esto proporciona una resistencia térmica de 0,36m²K/W.

Tanto las particiones interiores como las de separación del espacio vestuarios respecto del resto de la nave son idénticas a las de la oficina. Las dos zonas resultantes de la partición interior (vestuario masculino y femenino) por la alineación 3, no se comunican mediante ninguna puerta. Esto deja dos espacios simétricos e incomunicados de 82,5m². Se coloca una puerta de acceso por vestuario del mismo tipo utilizado para el acceso al almacén, del apartado anterior.

Finalmente se colocan 4 espejos por vestuario.

6.4.7 Placas de anclaje

Las placas de anclaje son las encargadas de unir los pilares a las zapatas. Tienen por elementos principales las placas base, elementos rigidizadores (cartelas) y pernos de anclaje.

Algunas de las misiones que desempeñan estos elementos estructurales son garantizar la verticalidad y ubicación exacta de los pilares y transmitir esfuerzos desde estos a las zapatas.

En este proyecto se han diseñado 4 tipos, los cuales están representados al detalle en el *Plano 7* del Documento Planos, y se distribuyen como se puede apreciar en la *Ilustración 6.3* del apartado 6.2.2 *Zapatas*. Son Tipo 1, Tipo 2, Tipo 9 y Tipo 12 según numeración de Cype3D.

Las características principales de estas placas de anclaje son:

- ❖ Placa base de acero laminado S275.
- ❖ Pernos de acero B500S corrugado, con forma de anclaje en patilla de 90° y orientada hacia el centro de la placa.
- ❖ Cartelas rigidizadoras de acero laminado S275.

Como ya se ha dicho, se pueden consultar las dimensiones y detalles exactos de estas placas en el Documento Planos.

A modo de ejemplo, en la *Ilustración 6.14*, se representa un detalle 3D de placa de anclaje instalada en hormigón (color gris claro).

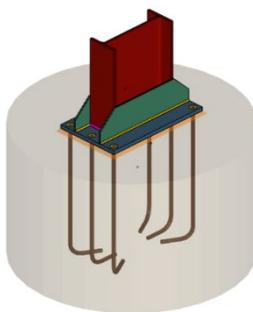


Ilustración 6.14: Detalle 3D placa de anclaje

Se observa en color azul la placa base, en color verde las cartelas rigidizadoras y de color marrón los pernos de anclaje. Además, se aprecia en rojo el perfil del pilar, en naranja el mortero de nivelación (entre la placa y el hormigón) y en amarillo y rosa las soldaduras realizadas en taller y en el lugar de montaje, respectivamente.



7 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Presupuesto de ejecución material y por contrata

<u>Capítulo</u>	<u>Importe (€)</u>
1 Acondicionamiento del terreno	
1.1 Movimiento de tierras en edificación	
1.1.1 Desbroce y limpieza .	6.797,57
1.1.2 Excavaciones .	5.110,72
1.1.3 Rellenos y compactaciones .	9.430,10
Total 1.1 Movimiento de tierras en edificación	21.338,39
1.2 Nivelación	
1.2.1 Soleras .	77.540,40
Total 1.2 Nivelación	77.540,40
Total 1 Acondicionamiento del terreno	98.878,79
2 Cimentaciones	
2.1 Regularización	
2.1.1 Hormigón de limpieza .	2.014,76
Total 2.1 Regularización	2.014,76
2.2 Superficiales	
2.2.1 Zapatas .	30.659,09
Total 2.2 Superficiales	30.659,09
2.3 Arriostramientos	
2.3.1 Vigas entre zapatas .	4.827,92
Total 2.3 Arriostramientos	4.827,92
Total 2 Cimentaciones	37.501,77
3 Estructuras	
3.1 Acero	
3.1.1 Montajes industrializados .	156.791,25
3.1.2 Pilares .	6.671,53
3.1.3 Estructuras para cubiertas .	13.624,00
Total 3.1 Acero	177.086,78
Total 3 Estructuras	177.086,78
4 Fachadas y particiones	
4.1 Sistemas de tabiquería	
4.1.1 De paneles de yeso .	15.146,53
Total 4.1 Sistemas de tabiquería	15.146,53
4.2 Fachadas ligeras	



4.2.1 Metálicas .	148.208,00
Total 4.2 Fachadas ligeras	148.208,00
Total 4 Fachadas y particiones	163.354,53
5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	
5.1 Puertas interiores	
5.1.1 De acero .	632,25
5.1.2 De madera .	193,12
Total 5.1 Puertas interiores	825,37
5.2 Puertas de registro para instalaciones	
5.2.1 De acero .	213,73
Total 5.2 Puertas de registro para instalaciones	213,73
5.3 Puertas de uso industrial	
5.3.1 De paneles sándwich aislantes metálicos .	4.063,17
Total 5.3 Puertas de uso industrial	4.063,17
5.4 Vidrios	
5.4.1 Doble acristalamiento .	522,29
5.4.2 Simples .	3.190,32
Total 5.4 Vidrios	3.712,61
Total 5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares	8.814,88
6 Aislamientos e impermeabilizaciones	
6.1 Aislamientos térmicos	
6.1.1 Falsos techos .	30.726,30
Total 6.1 Aislamientos térmicos	30.726,30
Total 6 Aislamientos e impermeabilizaciones	30.726,30
7 Cubiertas	
7.1 Componentes de cubiertas inclinadas	
7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich .	51.468,74
Total 7.1 Componentes de cubiertas inclinadas	51.468,74
7.2 Lucernarios	
7.2.1 De placas translúcidas sintéticas .	55.873,80
Total 7.2 Lucernarios	55.873,80
Total 7 Cubiertas	107.342,54
8 Revestimientos y trasdosados	
8.1 Falsos techos	
8.1.1 Registrables, de placas de yeso laminado .	8.824,50
Total 8.1 Falsos techos	8.824,50
8.2 Vidrios	
8.2.1 Espejos .	598,24
Total 8.2 Vidrios	598,24
Total 8 Revestimientos y trasdosados	9.422,74



8 BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este proyecto se ha consultado la siguiente bibliografía:

- ❖ Apuntes y teoría de las asignaturas Tecnología de la Construcción, Ingeniería Gráfica y Proyectos de GITI.
- ❖ Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006).
- ❖ Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural EHE-08, capítulo XIII. Ejecución.
- ❖ Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural EHE-08, Anexo 18. Hormigones de uso no estructural
- ❖ Plan General de Ordenación Urbana de Muro de Alcoy, Normas Urbanísticas. TÍTULO VI “ORDENACIÓN ESTRUCTURAL”, Sección 1ª “SUELO URBANO”, Artículo 6.13 “Zona I. Industrial. Fontanelletes (sector PI1)”.
- ❖ Dirección General del Catastro. *Buscador de inmuebles y visor cartográfico*. Sede electrónica del catastro. Recuperado de <https://www.sedecatastro.gob.es>.
- ❖ Consejo Superior de deportes (2004). *Normas NIDE 1: Campos pequeños/PDL*. Recuperado de <https://www.csd.gob.es>.

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE ESTRUCTURA
METÁLICA DE 1650M², DEDICADA A
USOS DEPORTIVOS (PISTAS DE
PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY**

ANEXO I. CÁLCULO

AUTOR: DANIEL FUENTES CARRIÓN

TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**



Índice Anexo I. Cálculo

1	MODELO ESTRUCTURAL	27
2	MATERIALES.....	27
3	ACCIONES SOBRE LA NAVE	28
3.1	Acciones Permanentes.....	28
3.1.1	Peso propio	28
3.2	Acciones Variables.....	28
3.2.1	Sobrecarga de uso	28
3.2.2	Viento	28
3.2.3	Nieve.....	29
3.3	Estados Límite	30
3.3.1	Situaciones de proyecto	30
4	ESTRUCTURA METÁLICA	30
4.1	Pórtico Interior Tipo	30
4.1.1	Resultados Flechas	31
4.1.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	31
4.2	Pórtico de Fachada.....	32
4.2.1	Resultados Flechas	33
4.2.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	33
4.3	Fachada Lateral: Arriostramientos Laterales	34
4.3.1	Resultados Flechas	34
4.3.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	34
4.4	Cubierta: Viga contra viento	35
4.4.1	Resultados Flechas	36
4.4.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	36
4.5	Oficina/Almacén.....	37
4.5.1	Resultados Flechas	37
4.5.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	37
4.6	Vestuarios.....	38
4.6.1	Resultados Flechas	38
4.6.2	Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)	39
4.7	Correas	39
4.7.1	Correas de cubierta	39
4.7.2	Correas laterales.....	41
4.8	Placas de Anclaje.....	42



4.8.1	Tipo 1.....	43
4.8.2	Tipo 2.....	44
5	CIMENTACIÓN.....	46
5.1	Zapatas aisladas	46
5.1.1	Zapata N59	46
5.1.2	Zapata N21	49
5.2	Vigas de atado	51
5.2.1	Viga N16-N21	51



Índice de Tablas

Tabla 2.1: Propiedades aceros utilizados.....	27
Tabla 3.1: Comprobaciones Estados Límite.....	30
Tabla 4.1: Flechas pórtico interior.....	31
Tabla 4.2: Comprobaciones ELU (Resumido) pórtico interior	31
Tabla 4.3: Flechas pórtico de fachada	33
Tabla 4.4: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras pórtico de fachada.....	33
Tabla 4.5: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes pórtico de fachada	33
Tabla 4.6: Flechas fachada lateral	34
Tabla 4.7: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras fachada lateral.....	35
Tabla 4.8: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes fachada lateral	35
Tabla 4.9: Flechas cubierta: Viga contra viento	36
Tabla 4.10: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras de cubierta.....	36
Tabla 4.11: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes de cubierta.....	36
Tabla 4.12: Flechas Oficina/Almacén	37
Tabla 4.13: Comprobaciones ELU (Resumido) Oficina/Almacén.....	37
Tabla 4.14: Flechas Vestuarios.....	38
Tabla 4.15: Comprobaciones ELU (Resumido) Vestuarios	39
Tabla 4.16: Datos correas en cubierta	39
Tabla 4.17: Comprobación de resistencia correas de cubierta.....	39
Tabla 4.18: Especificaciones barra pésima en cubierta	40
Tabla 4.19: Comprobaciones ELU en correa pésima de cubierta.....	40
Tabla 4.20: Flecha en correa pésima de cubierta.....	41
Tabla 4.21: Datos de correas laterales	41
Tabla 4.22: Comprobación resistencia en correas laterales.....	41
Tabla 4.23: Especificaciones correa pésima lateral	41
Tabla 4.24: Comprobaciones ELU correa pésima lateral	41
Tabla 4.25: Flecha en correa pésima lateral	42
Tabla 4.26: Comprobaciones cordones de soldadura en pilar (Tipo 1)	43
Tabla 4.27: Comprobaciones placa de anclaje Tipo 1	43
Tabla 4.28: Comprobaciones cordones de soldadura en placa de anclaje Tipo 1	44
Tabla 4.29: Comprobaciones cordones de soldadura en pilar (Tipo 2)	44
Tabla 4.30: Comprobaciones placa de anclaje Tipo 2	45
Tabla 4.31: Comprobaciones cordones de soldadura en placa de anclaje Tipo 2	45
Tabla 5.1: Comprobaciones zapata N59.....	46
Tabla 5.2: Comprobaciones zapata N21	49
Tabla 5.3: Comprobación viga de atado N16-N21	51

Índice de Ilustraciones

Ilustración 4.1: Referencias cálculo pórtico interior tipo	31
Ilustración 4.2: Referencias cálculo pórtico de fachada	32
Ilustración 4.3: Referencias cálculo fachada lateral	34
Ilustración 4.4: Referencias cálculo cubierta.....	35
Ilustración 4.5: Referencias cálculo oficina/almacén	37
Ilustración 4.6: Referencias cálculo vestuarios	38
Ilustración 5.1: Referencias cálculo elementos de cimentación	46

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Presión estática del viento	28
Ecuación 2: Presión superficial de la nieve.....	29
Ecuación 3: Combinación de acciones con coeficientes de combinación	30
Ecuación 4: Combinación de acciones sin coeficientes de combinación	30



1 MODELO ESTRUCTURAL

La estructura calculada corresponde la tipología nave industrial de pórticos a dos aguas, formada por 11 pórticos paralelos, 2 de fachada y 9 interiores, de luz 33m, separados entre sí 5m, llegándose a una profundidad total de la nave de 50m. La estructura principal esta formada por elementos de acero de diferentes geometrías y dimensiones dependiendo en cada caso de las necesidades estructurales.

Cada pórtico interior (alineaciones B a J) tiene una luz de 33m, una altura desde la base a la cabeza del pilar de 10m y una altura máxima de cumbrera de 12 metros. Lo que significa que cada jácena tiene una longitud de 16,62m y una pendiente de 6,91°. Estos pórticos están formados en su totalidad (pilares y jácenas) por perfiles de acero laminado en caliente IPE500. De nudos rígidos llevados a cabo mediante soldadura.

Los pórticos de fachada tienen las mismas dimensiones (luz, altura de pilares extremos y cumbrera, longitud y pendiente de jácena) que los interiores, pero están formados por 5 pilares de perfil IPE330 y jácenas de perfil IPE200, Acero laminado S275. Nudos mediante soldadura.

El edificio industrial dispone de dos altillos que albergarán diferentes espacios, ambos de 3,5m de altura, 5 m de anchura y 20 o 33m de longitud. Estas estructuras también estarán formadas por perfiles de acero laminado en caliente tipo IPE, con diferentes dimensiones atendiendo a las necesidades estructurales en cada punto.

Los cerramientos de la nave descansan sobre las correas, que en el caso de cubierta son de acero conformado S235 de perfil CF 160x2,5 separadas 1,60m y para las laterales se ha elegido perfil IPE120 de acero laminado en caliente S275 separadas 2m entre sí.

Los arriostramientos dispuestos en la nave para acciones actuantes diferentes a las del plano de pórtico son:

- ❖ En fachada frontal: Tirantes L70x70x5 y montantes #140x5 (S275).
- ❖ En fachada lateral: Tirantes L70x70x5 y montantes #80x4 (S275).
- ❖ En cubierta: Tirantes L75x75x5 y montantes #80x4 (S275).

2 MATERIALES

Para el diseño y cálculo del edificio se ha utilizado hormigón y acero. El hormigón se ha utilizado en la cimentación, ya sea en zapatas, vigas de atado u hormigón de limpieza. Mientras que el acero se ha utilizado para la estructura metálica y las placas de anclaje.

Por la parte que respecta al acero se han utilizado los siguientes tipos:

- ❖ Acero laminado en caliente S275: Los perfiles IPE, # (perfiles cuadrados huecos) y L están compuestos de este material. También se ha utilizado en las placas base y las cartelas de las placas de anclaje.
- ❖ Acero conformado en frío S235: Es el utilizado en las correas de cubierta de perfil CF160x2,5.
- ❖ Acero B500S: Utilizado en forma de barras corrugadas de diferentes diámetros en los pernos de anclaje y las armaduras de las zapatas y vigas de atado.

Las propiedades de estos aceros se especifican en la *Tabla 2.1*.

Tabla 2.1: Propiedades aceros utilizados

Acero	Densidad, ρ (Kg/m ³)	Límite Elástico, f_y (MPa)	Módulo de elasticidad, E (Gpa)
Laminado en caliente S275	7850	275	210
Conformado en frío S235	7850	235	210



Corrugado B500S	7855	500	210
-----------------	------	-----	-----

Por la parte del hormigón se tiene:

- ❖ Hormigón armado HA-25/B/20/IIa+Qa: Utilizado para las zapatas y vigas de atado. Se trata de un hormigón armado de 25N/mm² de resistencia característica, consistencia blanda y un tamaño máximo del árido de 20mm. Por otra parte la clase de exposición general IIa, refiriéndose a una corrosión normal y humedad alta, y la específica Qa, química de baja agresividad.
- ❖ Hormigón de limpieza HL-150/B/20: utilizado para proteger y proporcionar una superficie plana sobre la que apoyan los elementos de la cimentación. Es un hormigón con 150 Kg de cemento por metro cúbico, consistencia blanda y un tamaño máximo del árido de 20mm.

3 ACCIONES SOBRE LA NAVE

En este proyecto, el edificio se ha diseñado para un periodo de servicio de 50 años. A continuación, se exponen las acciones que pueden aparecer durante este periodo y que se han tenido en cuenta siguiendo el Documento Básico-Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).

3.1 Acciones Permanentes

Estas son las acciones que actúan permanentemente sobre la estructura en una posición fija. Su módulo puede ser constante, como es el caso del peso propio, o no, como en el caso de las acciones reológicas.

3.1.1 *Peso propio*

El valor introducido para el peso de los cerramientos, tanto de cubierta como de fachada, es el que corresponde a un cerramiento de panel tipo sándwich que es de 0,15KN/m². El peso de las correas de cubierta, según el programa Cype3D es de 0,04KN/m². Y, finalmente, este programa tiene en cuenta el peso propio de la estructura según la sección transversal de los perfiles.

Para los dos altillos, Oficina/Almacén y Vestuarios, la carga superficial en el techo corresponde al peso de la chapa de acero que descansa sobre la estructura y el falso techo que es de 0,045KN/m².

3.2 Acciones Variables

Son aquellas acciones que, en un periodo de tiempo, pueden estar actuando o no sobre la nave. Estas son las que se exponen a continuación.

3.2.1 *Sobrecarga de uso*

En el caso de este proyecto, se considera y se diseña la nave teniendo en cuenta que la cubierta sólo será accesible para labores de mantenimiento. Teniendo esto en cuenta y que se trata de una cubierta ligera sin forjados, corresponde una categoría de uso G1, de valor 0,4KN/m³, también aplicado a lo altillos

Esta acción se considera no concomitante, lo cual quiere decir que no se combina con las demás acciones, ya que, como es evidente, no se realizará el mantenimiento de la cubierta en un periodo de mucho viento o nieve.

3.2.2 *Viento*

La acción del viento se obtiene partiendo de la presión estática que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta de la nave. Que puede calcularse como:

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

Ecuación 1: Presión estática del viento

Siendo:



- ❖ q_e : Presión estática del viento.
- ❖ q_b : Presión dinámica del viento que depende del emplazamiento. En el caso de este proyecto, la zona eólica en la que se sitúa es la "B". Con una velocidad básica del viento de 27m/s.
- ❖ c_e : Coeficiente de exposición. El valor de este depende de los alrededores del edificio, es decir, como de cubierto se encuentra como consecuencia de estar rodeado de otros edificios u otros obstáculos para para el viento. En este caso se encuentra en zona industrial, asignándose un grado de aspereza IV.
- ❖ c_p : Coeficiente eólico o de presión. Depende de la esbeltez de la nave en el plano paralelo a la dirección incidente del viento.

El programa Cype3D calcula automáticamente esta presión teniendo en cuenta la normativa vigente (CTE-DB-SE-AE) y los valores introducidos por el usuario; zona eólica B, Grado de aspereza IV, dimensiones de la nave y altura del punto a considerar.

Para el cálculo de este proyecto no se han tenido en cuenta los hechos de la nave, por lo que no se considera acción interior del viento (succión o presión interiores).

Según la dirección del viento y lo anteriormente expuesto, se extraen 6 hipótesis para esta acción (extraídas del programa Cype3D):

- 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.

Siendo el viento en dirección 90° el incidente sobre la fachada alineación K, en dirección 270° el incidente sobre la fachada alineación A, a 0° el incidente sobre la fachada lateral alineación 1, y el viento en dirección 180° el incidente sobre la fachada lateral alineación 5. Se entiende incidente de forma perpendicular al plano de la fachada considerada en la hipótesis y en dirección hacia dentro de la nave.

3.2.3 Nieve

La acción de la nieve se obtiene partiendo de la presión superficial q_n que produce sobre los cerramientos de cubierta. Esta se puede calcular, según CTE-DB-SE-AE 3.5, como:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Ecuación 2: Presión superficial de la nieve

Siendo:

- ❖ q_n : Presión superficial de la nieve. Ejercida sobre los faldones de cubierta y en la dirección de la gravedad.
- ❖ μ : Coeficiente de forma de la cubierta. Para el caso de este edificio con faldones inclinados un ángulo menor de 30° y sin impedimentos para el deslizamiento de la nieve, el valor de μ es 1. Esto significa que la nieve no desliza.
- ❖ S_k : Valor característico de la carga de nieve. Depende de la altitud topográfica y de la zona climática invernal. En el caso de Muro de Alcoy se encuentra a 410m sobre el nivel del mar y en zona climática invernal 5, por lo que resulta un valor de 0,4KN/m².

Con estos valores, q_n resulta en un valor de cálculo de 0,4KN/m².

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se extraen 3 hipótesis de nieve:

- 1) N(EI): Nieve (estado inicial), cargados ambos faldones al 100%.
- 2) N(R) 1: Nieve (redistribución) 1, faldón A cargado al 100% y faldón B al 50%.
- 3) N(R) 2: Nieve (redistribución) 2, faldón A cargado al 50% y faldón B al 100%.



3.3 Estados Límite

Para el cálculo de la estructura se realizan las siguientes comprobaciones.

Tabla 3.1: Comprobaciones Estados Límite

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	E.L. Servicio según CTE

Dependiendo de la comprobación del estado límite que se esté realizando, los coeficientes de mayoración o minoración variarán para el cálculo de las diferentes combinaciones de acciones.

3.3.1 Situaciones de proyecto

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

❖ **Con coeficientes de combinación:**

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

Ecuación 3: Combinación de acciones con coeficientes de combinación

❖ **Sin coeficientes de combinación:**

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

Ecuación 4: Combinación de acciones sin coeficientes de combinación

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

4 ESTRUCTURA METÁLICA

A continuación se va a mostrar una selección de los cálculos realizados en cada una de las partes que integran la nave. Se referencia en cada parte los nudos que son objeto de esta selección del cálculo y se remarcan la barras para hacer más sencilla su interpretación.

4.1 Pórtico Interior Tipo

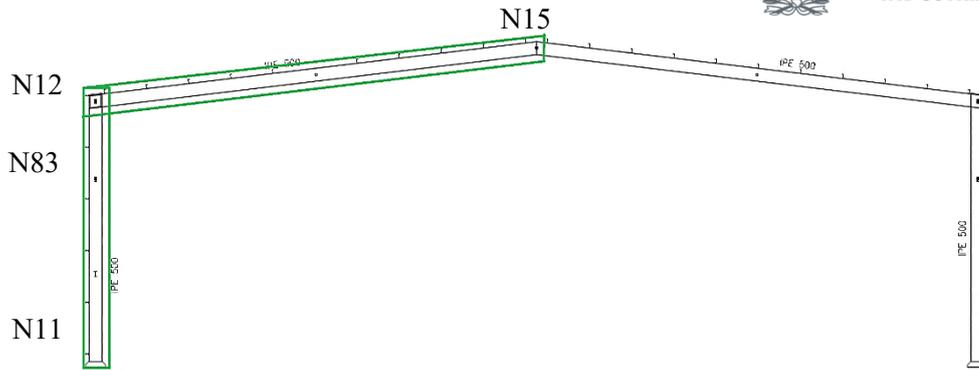


Ilustración 4.1: Referencias cálculo pórtico interior tipo

Está formado por perfiles IPE500 tanto para los pilares como para las jácenas. Abarca una luz de 33m, altura de pilar de 10m y una altura de cumbrera de 12m.

Se representan en la *Tabla 4.1* y la *Tabla 4.2* las flechas y las comprobaciones del Estado Límite Último (Resumido) en las barras remarcadas, respectivamente.

4.1.1 Resultados 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.

En lo sucesivo, estas referencias son válidas para todas las tablas de flechas.

Tabla 4.1: Flechas pórtico interior

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)						
N11/N12	10.000	3.60	10.000	31.59	10.000	6.68	10.000	59.10
	10.000	L/(>1000)	10.000	L/316.5	10.000	L/(>1000)	10.000	L/316.6
N12/N15	6.648	0.00	9.141	19.34	6.648	0.00	9.141	36.03
	6.648	L/(>1000)	9.141	L/859.2	6.648	L/(>1000)	9.141	L/859.7

4.1.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

Tabla 4.2: Comprobaciones ELU (Resumido) pórtico interior

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		$M_y V_z$	$M_t V_y$
N11/N83	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.06 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 54.8$	x: 0 m $\eta = 1.8$	x: 0 m $\eta = 8.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 58.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 58.1$
N83/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.94 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 4.3$	x: 2.94 m $\eta = 68.5$	x: 0 m $\eta = 0.9$	$\eta = 7.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 2.94 m $\eta = 71.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 71.6$
N12/N15	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 16.621 m $\eta = 2.0$	x: 0 m $\eta = 9.9$	x: 0 m $\eta = 68.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 9.1$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m $\eta = 76.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 76.4$

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t	M_yV_z	M_zV_y	
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: 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_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_zV_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> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <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 momento flector. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

En lo sucesivo, la leyenda de notaciones sirve para todas las tablas de Comprobaciones ELU (Resumido).

4.2 Pórtico de Fachada

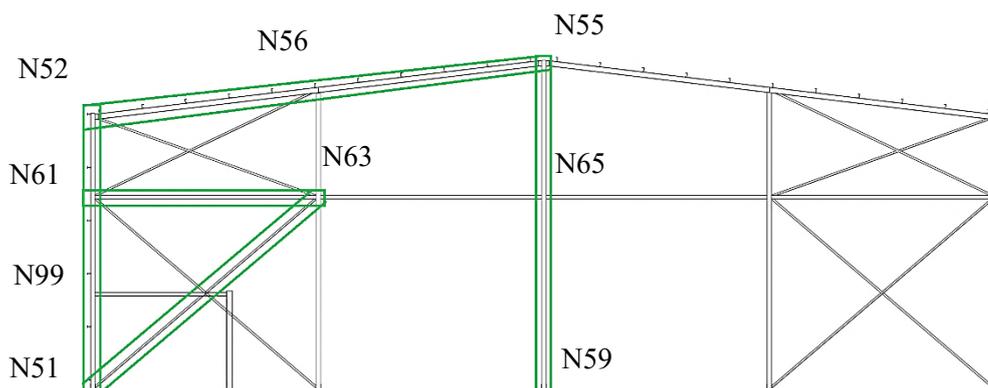


Ilustración 4.2: Referencias cálculo pórtico de fachada

El presente pórtico está formado por pilares IPE330, jácenas IPE200, tirantes L70x70x5 y montantes #140x5. Con una luz de 33m, altura de cabeza de pilar 10m y altura de cumbrera 12m. En los sucesivos apartados se muestra las flechas y comprobaciones ELU de las barras, en este caso se ven por separado las comprobaciones de las barras y las respectivas de los tirantes.

El pórtico está provisto de arriostramientos para evitar deformaciones frente a acciones exteriores en la dirección perpendicular al plano de fachada lateral. Este arriostramiento es el formado por tirantes y montantes. En este resumen de cálculo se han seleccionado las barras N51-N63 (tirante) y N61-N63 (montante).



4.2.1 Resultados Flechas

Tabla 4.3: Flechas pórtico de fachada

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
	N51/N52	6.615 6.615	18.66 L/535.9	4.612 1.312	0.53 L/(>1000)	6.615 6.615	34.94 L/535.9	4.835 1.312
N52/N55	3.324 3.324	24.00 L/692.5	3.740 3.740	22.22 L/373.1	3.324 3.324	39.41 L/692.5	3.740 3.740	29.86 L/373.2
N59/N55	6.619 6.619	14.28 L/840.6	6.619 6.619	24.85 L/482.9	6.619 6.619	28.48 L/840.6	7.060 6.619	46.33 L/483.0
N51/N63	8.144 -	0.00 L/(>1000)	7.465 -	0.00 L/(>1000)	8.822 -	0.00 L/(>1000)	9.501 -	0.00 L/(>1000)
N61/N63	7.734 -	0.00 L/(>1000)	4.125 4.125	7.45 L/(>1000)	7.734 -	0.00 L/(>1000)	4.125 4.125	7.45 L/(>1000)

4.2.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

4.2.2.1 Barras

Tabla 4.4: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras pórtico de fachada

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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N51/N99	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 5.6$	x: 0 m $\eta = 8.4$	x: 0 m $\eta = 33.1$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 41.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.6$	x: 0 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 2.0$	CUMPLE $\eta = 41.4$
N99/N61	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 3.56 m $\eta = 1.3$	x: 0 m $\eta = 4.7$	x: 3.56 m $\eta = 4.4$	x: 3.56 m $\eta = 33.0$	x: 3.56 m $\eta = 2.9$	x: 3.56 m $\eta = 1.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.56 m $\eta = 48.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 48.9$
N61/N52	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 2.94 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 4.4$	x: 0 m $\eta = 33.0$	x: 0 m $\eta = 2.6$	x: 0 m $\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.6$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 38.6$
N52/N56	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.416 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.31 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 17.5$	x: 8.31 m $\eta = 43.5$	x: 8.31 m $\eta = 20.6$	x: 8.31 m $\eta = 8.2$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 8.31 m $\eta = 74.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 74.2$
N56/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 8.31 m $\eta = 12.0$	x: 0 m $\eta = 22.7$	x: 0 m $\eta = 43.5$	x: 0 m $\eta = 20.6$	x: 0 m $\eta = 6.7$	x: 0 m $\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 81.3$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 81.3$
N59/N65	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 7.06 m $\eta = 2.2$	x: 0 m $\eta = 14.1$	x: 0 m $\eta = 89.3$	x: 7.06 m $\eta = 8.6$	x: 0 m $\eta = 14.4$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 93.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 93.4$
N65/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.94 m $\eta = 2.8$	x: 0 m $\eta = 9.6$	x: 0.494 m $\eta = 40.1$	x: 0 m $\eta = 8.6$	x: 4.94 m $\eta = 7.3$	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 50.9$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 50.9$
N61/N63	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.516 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$\eta = 9.8$	x: 4.125 m $\eta = 6.8$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 0.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁵⁾	x: 4.125 m $\eta = 16.7$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 16.7$

4.2.2.2 Tirantes

Tabla 4.5: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes pórtico de fachada

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		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N51/N63	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 12.5$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE $\eta = 12.5$



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	$M_t V_z$	
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>(2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(3) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>(4) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>(5) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>(6) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>(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.</p> <p>(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														

4.3 Fachada Lateral: Arriostramientos Laterales

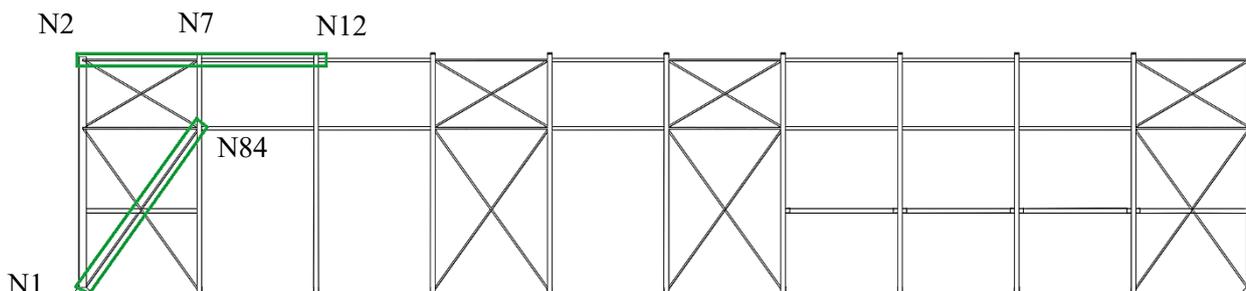


Ilustración 4.3: Referencias cálculo fachada lateral

Los pilares que conforman el plano de fachada son los pilares de los propios pórticos, IPE500 en los interiores e IPE330 para los de fachada. Por su parte, el sistema de arriostramiento lateral (objeto de este apartado de cálculo), está formado por la viga perimetral, IPE160, y las cruces de San Andrés, con tirantes L70x70x5 y montantes #80x4.

Para representar el cálculo de estos elementos se ha seleccionado la barra N7-N12 (viga perimetral) el montante N2-N7 y el tirante N1-N84.

En los sucesivos apartados se muestran las flechas y las comprobaciones ELU (Resumido) de estos elementos. Aparecen, de nuevo, por separado, las comprobaciones de las barras y los tirantes.

4.3.1 Resultados Flechas

Tabla 4.6: Flechas fachada lateral

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)						
N2/N7	4.375	0.00	2.500	3.20	4.688	0.00	2.500	3.20
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N7/N12	3.438	0.00	2.500	0.70	4.375	0.00	2.500	0.70
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N1/N84	8.111	0.00	7.029	0.00	6.488	0.00	5.407	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

4.3.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

4.3.2.1 Barras

Tabla 4.7: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras fachada lateral

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	$M_t V_Z$		$M_t V_Y$
N2/N7	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$\eta = 70.5$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.5 m $\eta = 75.8$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 75.8$
N7/N12	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 8.4$	$\eta = 4.7$	x: 2.5 m $\eta = 2.0$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	x: 2.5 m $\eta = 10.4$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 10.4$

4.3.2.2 Tirantes

Tabla 4.8: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes fachada lateral

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	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
N1/N84	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 23.6$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁷⁾	$M_{Ed} = 0.00$ 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. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $\eta = 23.6$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

- ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
- ⁽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⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
- ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
- ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
- ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

4.4 Cubierta: Viga contra viento

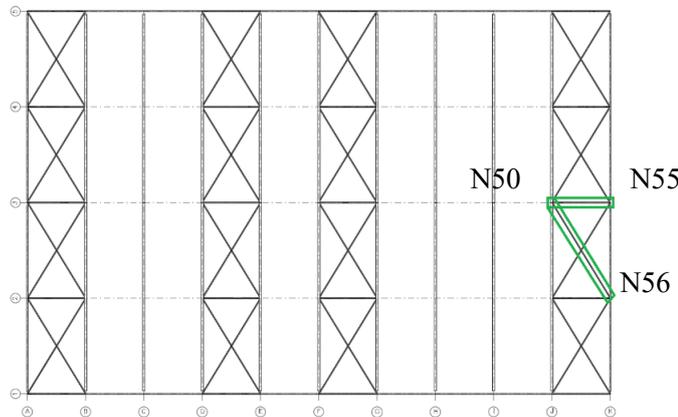


Ilustración 4.4: Referencias cálculo cubierta

La cubierta la componen las jácenas de los propios pórticos, IPE500 para los interiores e IPE200 para los de fachada. Además, se encuentran las vigas contra viento, objeto de este apartado de cálculo, formadas por tirantes (diagonales) L75x75x5 y montantes #80x4. Estas son de la tipología viga Pratt con las diagonales duplicadas.

Para representar el cálculo de estos elementos se selecciona el tirante N56-N50 y el montante N50-N55.

En los sucesivos apartados se muestran los resultados obtenidos para las flechas y las comprobaciones ELU (resumido).



4.4.1 Resultados Flechas

Tabla 4.9: Flechas cubierta: Viga contra viento

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)						
N50/N55	2.813	0.00	2.500	3.20	2.813	0.00	2.500	3.20
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N56/N50	6.062	0.00	7.274	0.00	7.274	0.00	8.486	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)

4.4.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

4.4.2.1 Barras

Tabla 4.10: Comprobaciones ELU (Resumido) Barras de cubierta

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		$M_i V_z$	$M_i V_y$
N50/N55	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,m\acute{a}s}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 46.8$	x: 2.5 m $\eta = 4.4$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 51.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 51.7$

4.4.2.2 Tirantes

Tabla 4.11: Comprobaciones ELU (Resumido) Tirantes de cubierta

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	$M_i V_z$		$M_i V_y$
N56/N50	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 15.9$	$N_{Ed} = 0.00$ 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 $\eta = 15.9$

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.

4.5 Oficina/Almacén

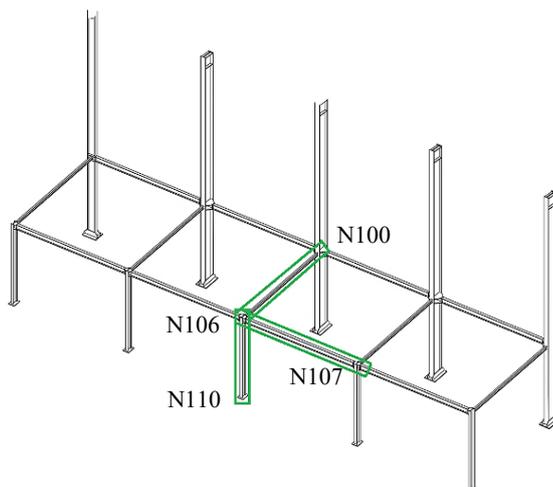


Ilustración 4.5: Referencias cálculo oficina/almacén

Esta estructura está formada por pilares interiores IPE220 unidos por vigas IPE220, mientras que están unidos a su vez con los pilares de los pórticos mediante vigas IPE120. Los polares de estos pórticos son IPE500 e IPE330 para el pilar de esquina coincidente con el pórtico de fachada. Los pilares de los pórticos, en lo que a esta estructura se refiere, están unidos por vigas IPE200. Con medidas de 20x5x3,5 (Longitud x Anchura x Altura).

En los siguientes apartados se muestran los resultados de flechas y comprobaciones ELU (resumido) de los elementos seleccionados.

4.5.1 Resultados Flechas

Tabla 4.12: Flechas Oficina/Almacén

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)						
N107/N106	3.125	0.33	2.500	0.35	3.125	0.41	2.813	0.40
	3.125	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	3.125	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N100/N106	3.438	0.00	2.500	1.25	4.688	0.00	2.500	1.25
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N110/N106	3.500	10.96	3.500	8.49	3.500	18.45	3.500	14.49
	3.500	L/319.4	3.500	L/412.0	3.500	L/319.4	3.500	L/412.2

4.5.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

Tabla 4.13: Comprobaciones ELU (Resumido) Oficina/Almacén

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	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	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N100/N106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ $\eta = 1.6$	$N_c = 0.00$ $\eta = 1.1$	$M_{Ed} = 0.00$ $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$V_{Ed} = 0.00$ $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.313$ $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	$x: 2.5$ $\eta = 4.3$	$x: 0.313$ $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 4.3$
N110/N106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$x: 0$ $\eta = 2.5$	$x: 0$ $\eta = 26.5$	$x: 0$ $\eta = 22.2$	$\eta = 2.3$	$\eta = 0.6$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 41.0$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 41.0$
N107/N106	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_{sw} \leq \lambda_{sw,max}$ Cumple	$\eta = 0.5$	$\eta = 0.4$	$x: 0$ $\eta = 12.3$	$x: 5$ $\eta = 0.9$	$x: 0$ $\eta = 3.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$x: 0$ $\eta = 12.4$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 12.4$

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	$M_t V_z$	
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 tracción.															

4.6 Vestuarios

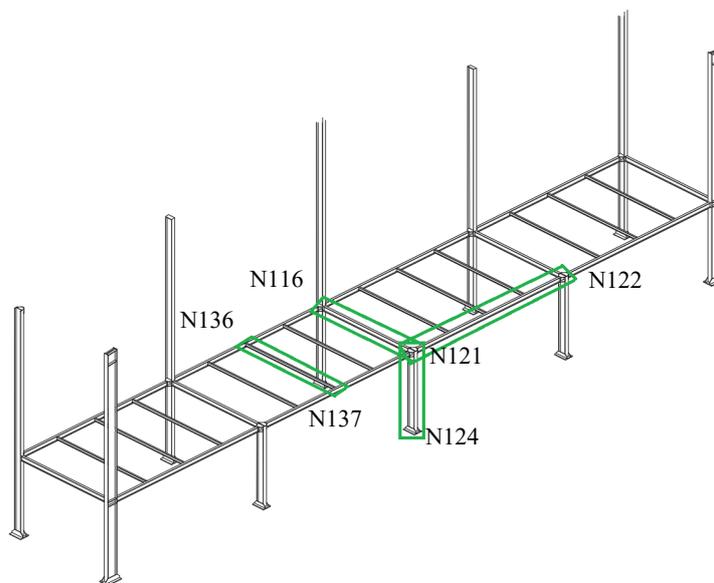


Ilustración 4.6: Referencias cálculo vestuarios

La estructura de los vestuarios está compuesta por pilares interiores de perfil IPE360 unidos por vigas IPE200 que, a su vez, están unidas por viguetas dispuestas en paralelo IPE120. Los demás pilares que forman esta estructura son los propios pilares de los pórticos, IPE330 e IPE500, y también, en lo que a la estructura de los vestuarios se refiere, están unidos por vigas IPE200. Sus dimensiones son 33x5x3,5 (Longitud x Anchura x Altura).

A continuación se muestran los resultados para los elementos seleccionados. A tener en cuenta que entre el nudo N121 y N122 se encuentran los nudos N151, N139 y N153 sucesivos, que aparecerán en la tabla de comprobaciones ELU (resumido).

4.6.1 Resultados Flechas

Tabla 4.14: Flechas Vestuarios

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)						
N118/N119	18.563	11.39	30.319	3.91	18.563	17.58	30.319	6.05
	18.563	L/(>1000)	30.319	L/(>1000)	18.563	L/(>1000)	30.319	L/(>1000)
N116/N121	4.375	0.00	2.500	0.45	4.375	0.00	2.500	0.45
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)
N124/N121	3.500	4.86	3.500	12.35	3.500	9.72	3.500	20.41
	3.500	L/720.0	3.500	L/283.4	3.500	L/720.0	3.500	L/283.4



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)						
N136/N137	3.750	0.00	2.500	1.25	3.750	0.00	2.500	1.25
	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)	-	L/(>1000)	2.500	L/(>1000)

4.6.2 Resultados Comprobaciones ELU (Resumido)

Tabla 4.15: Comprobaciones ELU (Resumido) Vestuarios

Barras	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_i	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	$M_t V_z$	$M_t V_y$	
N116/N121	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 5.3$	$\eta = 4.3$	x: 2.5 m $\eta = 1.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 6.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 6.7$
N124/N121	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{iEd} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0 m $\eta = 2.7$	x: 0 m $\eta = 52.2$	x: 0 m $\eta = 12.9$	$\eta = 7.5$	$\eta = 0.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.4$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	$\eta = 7.5$	$\eta = 0.5$	CUMPLE $\eta = 61.4$
N136/N137	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m $\eta = 0.4$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 2.7$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 2.7$
N121/N151	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 15.9$	$\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 29.4$	x: 2.063 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 45.3$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 45.3$
N151/N139	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 15.9$	$\eta = 9.8$	x: 2.063 m $\eta = 14.8$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.063 m $\eta = 30.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 0 m $\eta = 1.3$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 30.7$
N139/N153	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 15.9$	$\eta = 9.8$	x: 0 m $\eta = 14.8$	x: 2.063 m $\eta = 0.7$	x: 2.063 m $\eta = 2.8$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 30.7$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.063 m $\eta = 1.6$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 30.7$
N153/N122	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 15.9$	$\eta = 9.8$	x: 2.063 m $\eta = 28.6$	x: 0 m $\eta = 0.7$	x: 2.063 m $\eta = 5.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 2.063 m $\eta = 44.5$	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 2.063 m $\eta = 3.1$	$\eta < 0.1$	CUMPLE $\eta = 44.5$

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 tracción.

4.7 Correas

Las correas son el elemento sobre el que descansan los cerramientos. En el caso de este edificio, se han diseñado las correas de cubierta con perfil CF160x2,5 de acero conformado en frío S235, y están separadas entre sí 1,60m dejando 0,30m a ambos extremos de la jácena. Por su parte, las correas laterales son de tipo IPE120 de acero laminado en caliente S275, separadas entre sí 2m, enrasando la correa de cota más alta con la cabeza del pilar.

4.7.1 Correas de cubierta

Tabla 4.16: Datos correas en cubierta

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: CF-160x2.5	Límite flecha: L / 300
Separación: 1.60 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Tabla 4.17: Comprobación de resistencia correas de cubierta

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 98.81 %

4.7.1.1 Resultados barra pésima en cubierta



Tabla 4.18: Especificaciones barra pésima en cubierta

Perfil: CF-160x2.5 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)	
	0.794, 50.000, 10.096	0.794, 45.000, 10.096	5.000	7.59	294.69	36.98	0.16	-11.37	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.				
	b	0.00	1.00	0.00		0.00				
	L _K	0.000	5.000	0.000		0.000				
	C ₁	-		1.000						
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Tabla 4.19: Comprobaciones ELU en correa pésima de cubierta

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	l	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 m h = 98.8	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m h = 18.1	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 98.8
Notación: b / t: Relación anchura / espesor l: 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 _y M _z : Resistencia a flexión biaxial V _y : Resistencia a corte Y V _z : Resistencia a corte Z N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación. ⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														



Tabla 4.20: Flecha en correa pésima de cubierta

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentajes de aprovechamiento: - Flecha: 70.72 %

4.7.2 Correas laterales

Tabla 4.21: Datos de correas laterales

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE120	Límite flecha: L / 300
Separación: 2.00 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida

Tabla 4.22: Comprobación resistencia en correas laterales

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 51.21 %

4.7.2.1 Correa pésima lateral

Tabla 4.23: Especificaciones correa pésima lateral

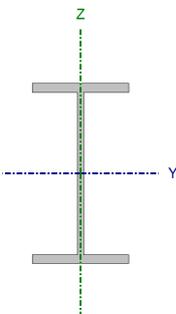
Perfil: IPE120 Material: S275							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.000, 5.000, 1.000	0.000, 0.000, 1.000	5.000	13.20	318.00	27.70	1.69
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	b	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	0.000	5.000	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabla 4.24: Comprobaciones ELU correa pésima lateral

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	γ	I _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 _y V _z	M _t	M _y V _z		M _t V _y
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0 m I _w £ I _{w,max} Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 0 m h = 51.2	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 0 m h = 9.7	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0 m h < 0.1	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 51.2



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	I	I _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 _y V _z	M _t	
<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 esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽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.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>														

Tabla 4.25: Flecha en correa pésima lateral

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 76.19 %

4.8 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.

Lo anterior ha sido extraído del programa de cálculo *Cype3D*.

Seguidamente se exponen los resultados de la comprobación de dos de los cuatro tipos de placa de anclaje para representar los cálculos y comprobaciones realizados. Puede consultarse su disposición y numeración en el *Plano 4*, y dimensiones, componentes y geometría en el *Plano 7* del Documento Planos. Estas tienen la numeración proporcionada por *Cype3D*.



4.8.1 Tipo 1

4.8.1.1 Comprobaciones Pilar IPE330

Cordones de soldadura:

Tabla 4.26: Comprobaciones cordones de soldadura en pilar (Tipo 1)

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	5	1095	7.5	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)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

4.8.1.2 Comprobaciones Placa de anclaje

Tabla 4.27: Comprobaciones placa de anclaje Tipo 1

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 124 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: 46.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 96.75 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 77.78 kN Calculado: 8.93 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 111.12 kN Calculado: 109.51 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 91.99 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 190.223 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Limite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 288.1 kN Calculado: 8.39 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 100.407 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 111.399 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 129.96 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 150.988 MPa	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 951.28	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 803.36	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8251.59	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7105.83	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 124.023 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura:

Tabla 4.28: Comprobaciones cordones de soldadura en placa de anclaje Tipo 1

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Rigidizador y-y (x = -84): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	600	9.0	90.00			
Rigidizador y-y (x = 84): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	600	9.0	90.00			
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	8	79	22.0	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 _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -84): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 84): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	195.2	338.1	87.62	0.0	0.00	410.0	0.85

4.8.2 Tipo 2

4.8.2.1 Comprobaciones Pilar IPE500

Cordones de soldadura:

Tabla 4.29: Comprobaciones cordones de soldadura en pilar (Tipo 2)

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1548	10.2	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 _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

4.8.2.2 Comprobaciones placa de anclaje



Tabla 4.30: Comprobaciones placa de anclaje Tipo 2

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 185 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: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 194.46 kN Calculado: 169.96 kN Máximo: 136.12 kN Calculado: 13.55 kN Máximo: 194.46 kN Calculado: 189.33 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 153.25 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 315.94 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 12.7 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 94.7996 MPa Calculado: 99.5952 MPa Calculado: 165.596 MPa Calculado: 165.144 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 3501.32 Calculado: 4577.56 Calculado: 7380.38 Calculado: 7392.01	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 234.51 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura:

Tabla 4.31: Comprobaciones cordones de soldadura en placa de anclaje Tipo 2

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	750	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	750	9.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	11	79	25.0	90.00



Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
<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)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 105): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	216.8	375.5	97.32	0.0	0.00	410.0	0.85

5 CIMENTACIÓN

La cimentación está compuesta principalmente por zapatas aisladas, que transmiten esfuerzos al terreno, y vigas de atado, que unifican el comportamiento de la cimentación. En este proyecto se han calculado 12 tipos de zapatas y 4 de vigas.

A modo de representar los cálculos realizados, se muestran las comprobaciones de las zapatas (rojo) y vigas de atado (azul) que se remarcan en la Ilustración con las referencias de sus nudos.

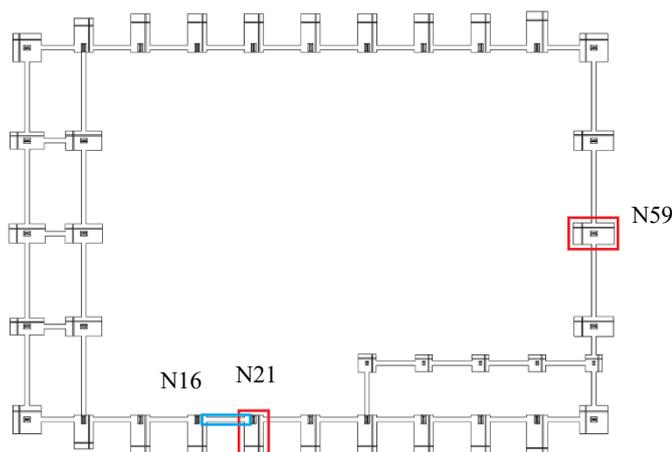


Ilustración 5.1: Referencias cálculo elementos de cimentación

5.1 Zapatas aisladas

5.1.1 Zapata N59

Tabla 5.1: Comprobaciones zapata N59

Referencia: N59		
Dimensiones: 190 x 360 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0351198 MPa	Cumple



Referencia: N59		
Dimensiones: 190 x 360 x 80		
Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0373761 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0702396 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: 8192.4 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 3.3 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.43	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 14.36 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 167.20 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.94 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 133.71 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 60.4 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:		
- N59:	Mínimo: 40 cm Calculado: 72 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 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>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm 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	



Referencia: N59 Dimensiones: 190 x 360 x 80 Armados: Xi:Ø16c/27 Yi:Ø16c/27 Xs:Ø16c/27 Ys:Ø16c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- 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, 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: 84 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 84 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: 84 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 84 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08) - Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 300.75 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 40.50 kN, Axil concomitante: 150.31 kN, Área comprimida de la zapata: 4.27944 m ² (62.5649 %)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.46 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 1240.47 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 654.72 kN		



5.1.2 Zapata N21

Tabla 5.2: Comprobaciones zapata N21

Referencia: N21		
Dimensiones: 170 x 340 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.103103 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.123802 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.207089 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: 270.7 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 0.8 %	Cumple
Deslizamiento de la zapata: - Situaciones persistentes:	Mínimo: 1.5 Calculado: 3.84	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X:	Momento: -18.88 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 404.97 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 186.68 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 49.8 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 135 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:	Mínimo: 70 cm Calculado: 127 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: N21		
Dimensiones: 170 x 340 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0006	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	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: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 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: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 167 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: 0 cm Calculado: 0 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 170 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- 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



Referencia: N21		
Dimensiones: 170 x 340 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- 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		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		
- Deslizamiento de la zapata - Situaciones persistentes: Resistencia frente al deslizamiento: 299.14 kN, Fuerza que produce deslizamiento: 77.94 kN, Axil concomitante: 281.62 kN, Área comprimida de la zapata: 2.7309 m ² (47.2475 %)		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.01		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.42		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 898.89 kN		

5.2 Vigas de atado

5.2.1 Viga N16-N21

Tabla 5.3: Comprobación viga de atado N16-N21

Referencia: C.1 [N16-N21] (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
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	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>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**PROYECTO DE ESTRUCTURA
METÁLICA DE 1650M², DEDICADA A
USOS DEPORTIVOS (PISTAS DE
PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY**

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

AUTOR: DANIEL FUENTES CARRIÓN

TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**



Índice Mediciones y Presupuesto

1. MEDICIONES.....	54
2. PRESUPUESTO.....	56

Índice de tablas

Tabla 1.1: Resumen de medición elementos de acero S275.....	54
Tabla 1.2: Medición correas.....	54
Tabla 1.3: Mediciones placas de anclaje.....	54
Tabla 1.4: Mediciones zapatas aisladas.....	55
Tabla 1.5: Mediciones vigas de atado.....	55



	Rigidizadores pasantes	6	600/370x150/35x7	25.31
		36	750/500x200/80x9	343.36
		20	600/330x200/60x9	142.85
	Total			2345.89
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	20	Ø 14 - L = 399 + 136	12.93
		18	Ø 20 - L = 562 + 194	33.57
		108	Ø 25 - L = 770 + 243	421.49
		80	Ø 25 - L = 467 + 243	218.81
	Total			686.81

Y para concluir las mediciones se muestran las relativas a los elementos de cimentación, en la *Tabla 1.4* las zapatas aisladas y en la *Tabla 1.5* las vigas de atado. En ambas se incluyen las mermas de acero.

Tabla 1.4: Mediciones zapatas aisladas

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)				Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: N124	120.89			120.89	3.93	0.56
Referencias: N125 y N123	2x115.68			231.36	2x3.81	2x0.54
Referencias: N68 y N70	2x86.59			173.18	2x2.70	2x0.45
Referencia: N69	117.79			117.79	3.81	0.54
Referencias: N3, N1, N51 y N53	4x100.54			402.16	4x3.44	4x0.63
Referencia: N6 y N8			2x215.94	431.88	2x6.12	2x0.51
Referencias: N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41, N43, N38, N33, N28, N23, N18 y N13		14x253.83		3553.62	14x7.80	14x0.58
Referencia: N46 y 48			2x348.32	696.64	2x9.58	2x0.68
Referencias: N109, N110, N111 y N104	4x26.18			104.72	4x1.01	4x0.23
Referencia: N112	33.75			33.75	1.15	0.26
Referencias: N58 y N60		2x149.59		299.18	2x4.59	2x0.61
Referencia: N59		177.07		177.07	5.47	0.68
Totales	1183.85	4029.87	1128.52	6342.24	195.00	19.14

Tabla 1.5: Mediciones vigas de atado

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16], C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31], C [N31-N36], C [N36-N41], C [N41-N46], C [N46-N51], C [N51-N104], C [N104-N109], C [N109-N110], C [N110-N111], C [N111-N112], C [N112-N31], C [N53-N48], C [N48-N43], C [N43-N38], C [N38-N33], C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18], C [N18-N13], C [N13-N8], C [N8-N3], C [N68-N123], C [N69-N124] y C [N70-N125]	29x6.35	29x20.70	784.45	29x0.47	29x0.12
Referencia: C [N104-N58]	4.04	13.86	17.90	0.26	0.07
Referencias: C [N58-N59], C [N59-N60], C [N60-N53], C [N3-N70], C [N70-N69], C [N69-N68], C [N68-N1], C [N123-N124] y C [N124-N125]	9x13.27	9x33.40	420.03	9x1.05	9x0.26
Referencia: C [N125-N8], C [N6-N123]	2x14.43	2x33.90	96.66	2x1.12	2x0.28
Totales	336.48	982.56	1319.04	25.68	6.30

De estas dos últimas tablas se deduce que los metros cúbicos totales de hormigón armado son 220,68 y de hormigón de limpieza son un total de 25,7.

Por otra parte, se utilizan un total de 7661.28Kg de acero B500S en los elementos de cimentación.



2. PRESUPUESTO: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE 1650M2, DEDICADA A USOS DEPORTIVOS (PISTAS DE PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY.


Presupuesto parcial nº 1 Acondicionamiento del terreno

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
1.1.- Movimiento de tierras en edificación					
1.1.1.- Desbroce y limpieza					
1.1.1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión.	3.620,000	1,83	6.624,60
1.1.1.2	Ud	Talado de árbol de entre 5 y 10 m de altura, mayor de 60 cm de diámetro de tronco y copa muy frondosa, con motosierra y camión con cesta, con extracción del tocón, carga manual a camión y transporte de los residuos vegetales a vertedero específico, situado una distancia máxima de 10 km.	1,000	172,97	172,97
Total 1.1.1.- Desbroce y limpieza:					6.797,57
1.1.2.- Excavaciones					
1.1.2.1	m ³	Excavación de pozos para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	195,020	22,93	4.471,81
1.1.2.2	m ³	Excavación de zanjas para cimentaciones hasta una profundidad de 2 m, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión.	25,690	24,87	638,91
Total 1.1.2.- Excavaciones:					5.110,72
1.1.3.- Rellenos y compactaciones					



1.1.3.1	m ³	Base de pavimento realizada mediante relleno a cielo abierto, con zahorra artificial caliza, y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo con bandeja vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501.	362,000	26,05	9.430,10
					9.430,10
		Total 1.1.3.- Rellenos y compactaciones:			9.430,10
		Total 1.1.- Movimiento de tierras en edificación:			21.338,39
1.2.- Nivelación					
1.2.1.- Soleras					
1.2.1.1	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-30/B/20/IIa+Qa fabricado en central con cemento MR, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación, y masilla elástica para sellado de las juntas de retracción.	3.620,000	21,42	77.540,40
					77.540,40
		Total 1.2.1.- ANS Soleras:			77.540,40
		Total 1.2.- AN Nivelación:			77.540,40
		Total presupuesto parcial nº1 Acondicionamiento del terreno:			98.878,79


Presupuesto parcial nº 2 Cimentaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
2.1.- Regularización					
2.1.1.- Hormigón de limpieza					
2.1.1.1	m ²	Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	255,680	7,88	2.014,76
Total 2.1.1.- Hormigón de limpieza:					2.014,76
Total 2.1.- Regularización:					2.014,76
2.2.- Superficiales					
2.2.1.- Zapatas					
2.2.1.1	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa+Qa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 32,4 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.	195,020	157,21	30.659,09
Total 2.2.1.- Zapatas:					30.659,09
Total 2.2.- Superficiales:					30.659,09
2.3.- Arriostramientos					
2.3.1.- Vigas entre zapatas					
2.3.1.1	m ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa+Qa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores.	25,690	187,93	4.827,92
Total 2.3.1.- Vigas entre zapatas:					4.827,92
Total 2.3.- Arriostramientos:					4.827,92
Total presupuesto parcial nº2 Cimentaciones:					37.501,77


Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
3.1.- Acero					
3.1.1.- Montajes industrializados					
3.1.1.1	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie Huecos cuadrados, colocado con uniones soldadas en obra.	2.625,600	2,16	5.671,30
3.1.1.2	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie L, colocado con uniones soldadas en obra.	3.496,000	2,16	7.551,36
3.1.1.3	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura metálica con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE, colocado con uniones soldadas en obra.	66.466,940	2,16	143.568,59
Total 3.1.1.- Montajes industrializados:					156.791,25
3.1.2.- Pilares					
3.1.2.1	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 600x450 mm y espesor 25 mm, con 8 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 70 cm de longitud total.	10,000	190,22	1.902,20
3.1.2.2	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 750x450 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 25 mm de diámetro y 100 cm de longitud total.	18,000	229,87	4.137,66
3.1.2.3	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central biselado, de 350x250 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 54 cm de longitud total.	5,000	38,08	190,40



3.1.2.4	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central biselado, de 600x400 mm y espesor 25 mm, con 6 pernos soldados, de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 20 mm de diámetro y 76 cm de longitud total.	3,000	147,09	441,27
			Total 3.1.2.- Pilares:		6.671,53
3.1.3.- Estructuras para cubiertas					
3.1.3.1	kg	Acero UNE-EN 10162 S235JRC, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles conformados en frío de las series omega, L, U, C o Z, acabado galvanizado, fijadas a las cerchas con uniones atornilladas en obra.	6.550,000	2,08	13.624,00
			Total 3.1.3.- Estructuras para cubiertas:		13.624,00
			Total 3.1.- Acero:		177.086,78
Total presupuesto parcial nº3 Estructuras:					177.086,78


Presupuesto parcial nº 4 Fachadas y particiones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
4.1.- Sistemas de tabiquería					
4.1.1.- De paneles de yeso					
4.1.1.1	m ²	Partición (separación de diferentes unidades de uso), sistema tabique TC7+MA2+LM40+MA2+TC7 "PANELSYSTEM", de 190 mm de espesor total, compuesta por: una primera hoja de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM"; aislamiento formado por: dos membranas acústicas, de 2 mm de espesor cada una, con una capa intermedia de panel semirrígido de lana mineral, según UNE-EN 13162, de 40 mm de espesor; y una segunda hoja de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM".	203,000	70,41	14.293,23
4.1.1.2	m ²	Partición interior (separación dentro de una misma unidad de uso), sistema tabique TC-7 "PANELSYSTEM", de 70 mm de espesor total, de panel aligerado de yeso reforzado con fibra de vidrio, TC-7 "PANELSYSTEM".	35,000	24,38	853,30
Total 4.1.1.- De paneles de yeso:					15.146,53
Total 4.1.- Sistemas de tabiquería:					15.146,53
4.2.- Fachadas ligeras					
4.2.1.- Metálicas					
4.2.1.1	m ²	Fachada de paneles sándwich aislantes, de 50 mm de espesor y 1100 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa micronervada de acero galvanizado prelacado, de espesor exterior 0,6 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de 40 kg/m ³ de densidad media, colocados en posición vertical y fijados mecánicamente con sistema de fijación oculta a una estructura portante o auxiliar. Incluso accesorios de fijación de los paneles y cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich.	1.600,000	92,63	148.208,00
Total 4.2.1.- Metálicas:					148.208,00
Total 4.2.- Fachadas ligeras:					148.208,00
Total presupuesto parcial nº4 Fachadas y particiones:					163.354,53


Presupuesto parcial nº 5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
5.1.- Puertas interiores					
5.1.1.- De acero					
5.1.1.1	Ud	Puerta interior abatible de una hoja de 38 mm de espesor, 900x2045 mm de luz y altura de paso, acabado lacado en color blanco formada por dos chapas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor con rejillas de ventilación troqueladas en la parte superior e inferior, plegadas, ensambladas y montadas, con cámara intermedia rellena de poliuretano, sobre marco de acero galvanizado de 1 mm de espesor, con premarco. Incluso tornillos autorroscantes para la fijación del premarco al paramento y tornillos autorroscantes para la fijación del marco al premarco.			
			3,000	210,75	632,25
			Total 5.1.1.- De acero:		632,25
5.1.2.- De madera					
5.1.2.1	Ud	Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 210x82,5x3,5 cm, de tablero aglomerado, chapado con sapeli, barnizada en taller; precerco de pino país de 90x35 mm; galces de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 90x20 mm; tapajuntas de MDF, con rechapado de madera, de sapeli de 70x10 mm en ambas caras. Incluso bisagras, herrajes de colgar, de cierre y manivela sobre escudo largo de latón, color negro, acabado brillante, serie básica.			
			1,000	193,12	193,12
			Total 5.1.2.- De madera:		193,12
			Total 5.1.- Puertas interiores:		825,37
5.2.- Puertas de registro para instalaciones					
5.2.1.- De acero					
5.2.1.1	Ud	Puerta de registro para instalaciones, de acero galvanizado de una hoja, 1200x2200 mm, acabado galvanizado con tratamiento antihuellas.			
			1,000	213,73	213,73
			Total 5.2.1.- De acero:		213,73
			Total 5.2.- Puertas de registro para instalaciones:		213,73
5.3.- Puertas de uso industrial					
5.3.1.- De paneles sándwich aislantes metálicos					



5.3.1.1	Ud	Puerta seccional industrial, de 4x4 m, formada por panel sándwich, de 45 mm de espesor, de doble chapa de acero zincado con núcleo aislante de espuma de poliuretano, acabado lacado de color RAL 9016 en la cara exterior y de color RAL 9002 en la cara interior, con mirilla central de 610x180 mm, formada por marco de material sintético y acristalamiento de polimetilmetacrilato (PMMA).	1,000	4.063,17	4.063,17
Total 5.3.1.- De paneles sándwich aislantes metálicos:					4.063,17
Total 5.3.- Puertas de uso industrial:					4.063,17
5.4.- Vidrios					
5.4.1.- Doble acristalamiento					
5.4.1.1	m ²	Doble acristalamiento estándar, 6/8/6, conjunto formado por vidrio exterior Float incoloro de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 8 mm, y vidrio interior Float incoloro de 6 mm de espesor, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m ² ; 20 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora, compatible con el material soporte, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m ² .	7,200	72,54	522,29
Total 5.4.1.- Doble acristalamiento:					522,29
5.4.2.- Simples					
5.4.2.1	m ²	Luna incolora, de 5 mm de espesor, fijada sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona sintética incolora (no acrílica), compatible con el material soporte.	100,010	31,90	3.190,32
Total 5.4.2.- Simples:					3.190,32
Total 5.4.- Vidrios:					3.712,61
Total presupuesto parcial nº5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares:					8.814,88


Presupuesto parcial nº 6 Aislamientos e impermeabilizaciones

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
6.1.- Aislamientos térmicos					
6.1.1.- Falsos techos					
6.1.1.1	m ²	Aislamiento térmico en techo, sistema Schlüter-KERDI-BOARD "SCHLÜTER-SYSTEMS", formado por panel impermeabilizante de poliestireno extruido, Schlüter-KERDI-BOARD "SCHLÜTER-SYSTEMS", de 2600 mm de longitud, 625 mm de anchura y 12,5 mm de espesor, revestido por ambas caras con una capa de refuerzo especial sin cemento y un geotextil, resistencia térmica 0,36 m ² K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), fijado mecánicamente con arandelas y tornillos de acero, a una subestructura de perfiles en U de acero inoxidable AISI 304, acabado cepillado, de 38 mm de altura, compuesta por perfil en U, KB-ZC 38 EB, pieza de esquina, E/KB ZC 38 EB "SCHLÜTER-SYSTEMS", pieza de empalme, V/KB Z 38 EB "SCHLÜTER-SYSTEMS" y tapajuntas, V/KB ZI 38 E "SCHLÜTER-SYSTEMS". Incluso masilla adhesiva elástica monocomponente, Schlüter-KERDI-FIX "SCHLÜTER-SYSTEMS", para sellado de juntas.	165,000	186,22	30.726,30
Total 6.1.1.- Falsos techos:					30.726,30
Total 6.1.- Aislamientos térmicos:					30.726,30
Total presupuesto parcial nº6 Aislamientos e impermeabilizaciones:					30.726,30


Presupuesto parcial nº 7 Cubiertas

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas					
7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich					
7.1.1.1	m ²	Cobertura de paneles sándwich aislantes de acero, con la superficie exterior grecada y la superficie interior lisa, de 30 mm de espesor y 1000 mm de anchura, formados por doble cara metálica de chapa estándar de acero, acabado prelacado, de espesor exterior 0,5 mm y espesor interior 0,5 mm y alma aislante de poliuretano de densidad media 40 kg/m ³ , y accesorios, colocados con un solape del panel superior de 200 mm y fijados mecánicamente sobre entramado ligero metálico, en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación de los paneles sándwich, cinta flexible de butilo, adhesiva por ambas caras, para el sellado de estanqueidad de los solapes entre paneles sándwich y pintura antioxidante de secado rápido, para la protección de los solapes entre paneles sándwich.	1.482,080	34,13	50.583,39
7.1.1.2	Ud	Aireador lineal estático, de chapa de acero galvanizado, de 3500 mm de longitud, 600 mm de anchura, apertura central de 250 mm de anchura, 350 mm de altura y 0,6 mm de espesor, con soporte metálico adaptable a la pendiente de la cubierta, para cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 10%. Incluso accesorios de fijación a los paneles sándwich.	5,000	177,07	885,35
Total 7.1.1.- De chapas de acero y paneles sándwich:					51.468,74
Total 7.1.- Componentes de cubiertas inclinadas:					51.468,74
7.2.- Lucernarios					
7.2.1.- De placas translúcidas sintéticas					
7.2.1.1	m ²	Lucernario a un agua con una luz máxima entre 3 y 8 m revestido con placas alveolares de policarbonato celular incoloras de 6 mm de espesor.	180,000	310,41	55.873,80
Total 7.2.1.- De placas translúcidas sintéticas:					55.873,80
Total 7.2.- Lucernarios:					55.873,80
Total presupuesto parcial nº 7 Cubiertas:					107.342,54


Presupuesto parcial nº 8 Revestimientos y trasdosados

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
8.1.- Falsos techos					
8.1.1.- Registrables, de placas de yeso laminado					
8.1.1.1	m ²	Falso techo registrable suspendido, decorativo, situado a una altura menor de 4 m, constituido por: ESTRUCTURA: perfilera vista, de acero galvanizado, con suela de 24 mm de anchura, comprendiendo perfiles primarios y secundarios, suspendidos del forjado o elemento soporte con varillas y cuelgues; PLACAS: placas de yeso laminado, acabado con vinilo blanco en la cara vista y barrera de vapor de aluminio en la cara opuesta, de 1200x600x9,5 mm, de superficie lisa. Incluso perfiles angulares, fijaciones para el anclaje de los perfiles y accesorios de montaje.	265,000	33,30	8.824,50
Total 8.1.1.- Registrables, de placas de yeso laminado:					8.824,50
Total 8.1.- Falsos techos:					8.824,50
8.2.- Vidrios					
8.2.1.- Espejos					
8.2.1.1	Ud	Espejo incoloro, de 1000x1000 mm y 5 mm de espesor, con los bordes biselados, canteado perimetral y protegido con pintura de color plata en su cara posterior, fijado con masilla al paramento.	8,000	74,78	598,24
Total 8.2.1.- Espejos:					598,24
Total 8.2.- Vidrios:					598,24
Total presupuesto parcial nº8 Revestimientos y trasdosados:					9.422,74


Presupuesto parcial nº 9 Urbanización interior de la parcela

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
9.1.- Cerramientos exteriores					
9.1.1.- Muros					
9.1.1.1	m	Vallado de parcela formado por muro continuo, de 1 m de altura y de 15 cm de espesor de fábrica de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo, color blanco, 40x20x15 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm ²), con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel.	241,000	50,23	12.105,43
Total 9.1.1.- Muros:					12.105,43
9.1.2.- Remates de muro de cerramiento					
9.1.2.1	m	Losa prefabricada de hormigón de color blanco, para cubrición de muros, en piezas de 50x20x4 cm.	241,000	19,41	4.677,81
Total 9.1.2.- Remates de muro de cerramiento:					4.677,81
Total 9.1.- Cerramientos exteriores:					16.783,24
9.2.- Pavimentos exteriores					
9.2.1.- Mezclas y riegos bituminosos					
9.2.1.1	m ²	Capa de 5 cm de espesor de mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico de penetración.	2.000,000	7,02	13.829,40
Total 9.2.1.- Mezclas y riegos bituminosos:					13.829,40
Total 9.2.- Pavimentos exteriores:					13.829,40
Total presupuesto parcial nº9 Urbanización interior de la parcela:					30.612,64


Presupuesto parcial nº 10 Gestión de residuos

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
10.1.- Gestión de tierras					
10.1.1.- Transporte de tierras					
10.1.1.1	m ³	Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno 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.	220,710	4,24	935,81
Total 10.1.1.- Transporte de tierras:					935,81
Total 10.1.- Gestión de tierras:					935,81
Total presupuesto parcial nº10 Gestión de residuos:					935,81


Presupuesto parcial nº 11 Instalaciones deportivas

Núm.	Ud	Descripción	Medición	Precio (€)	Importe (€)
11.1	Ud	Instalación de pista de padel (dobles) 20x10 reglamentaria con muros de cristal templado de 12mm, cerramiento de malla electrosoldada, 2 puertas de acceso y suelo de césped artificial. Incluso la red y su instalación, 4 soportes para luminarias y 8 proyectores LED de 150W.	3,000	19.136,00	57.408,00
11.2	Ud	Instalación de pista de padel (individuales) 20x6 reglamentaria con muros de cristal templado de 12mm, cerramiento de malla electrosoldada, 2 puertas de acceso y suelo de césped artificial. Incluso la red y su instalación, 4 soportes para luminarias y 8 proyectores LED de 150W.	1,000	16.536,00	16.536,00
Total presupuesto parcial nº11 Instalaciones deportivas:					73.944,00



Presupuesto de ejecución material y por contrata.

Capítulo

Importe (€)

1 Acondicionamiento del terreno

1.1 Movimiento de tierras en edificación	
1.1.1 Desbroce y limpieza .	6.797,57
1.1.2 Excavaciones .	5.110,72
1.1.3 Rellenos y compactaciones .	9.430,10
Total 1.1 Movimiento de tierras en edificación	21.338,39
1.2 Nivelación	
1.2.1 Soleras .	77.540,40
Total 1.2 Nivelación	77.540,40
Total 1 Acondicionamiento del terreno	98.878,79

2 Cimentaciones

2.1 Regularización	
2.1.1 Hormigón de limpieza .	2.014,76
Total 2.1 Regularización	2.014,76
2.2 Superficiales	
2.2.1 Zapatas .	30.659,09
Total 2.2 Superficiales	30.659,09
2.3 Arriostramientos	
2.3.1 Vigas entre zapatas .	4.827,92
Total 2.3 Arriostramientos	4.827,92
Total 2 Cimentaciones	37.501,77

3 Estructuras

3.1 Acero	
3.1.1 Montajes industrializados .	156.791,25
3.1.2 Pilares .	6.671,53
3.1.3 Estructuras para cubiertas .	13.624,00
Total 3.1 Acero	177.086,78
Total 3 Estructuras	177.086,78

4 Fachadas y particiones

4.1 Sistemas de tabiquería	
4.1.1 De paneles de yeso .	15.146,53
Total 4.1 Sistemas de tabiquería	15.146,53
4.2 Fachadas ligeras	
4.2.1 Metálicas .	148.208,00
Total 4.2 Fachadas ligeras	148.208,00
Total 4 Fachadas y particiones	163.354,53

5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares



5.1 Puertas interiores	
5.1.1 De acero .	632,25
5.1.2 De madera .	193,12
	Total 5.1 Puertas interiores:
	825,37
5.2 Puertas de registro para instalaciones	
5.2.1 De acero .	213,73
	Total 5.2 Puertas de registro para instalaciones:
	213,73
5.3 Puertas de uso industrial	
5.3.1 De paneles sándwich aislantes metálicos .	4.063,17
	Total 5.3 Puertas de uso industrial:
	4.063,17
5.4 Vidrios	
5.4.1 Doble acristalamiento .	522,29
5.4.2 Simples .	3.190,32
	Total 5.4 Vidrios:
	3.712,61
	Total 5 Carpintería, cerrajería, vidrios y protecciones solares: 8.814,88
6 Aislamientos e impermeabilizaciones	
6.1 Aislamientos térmicos	
6.1.1 Falsos techos .	30.726,30
	Total 6.1 Aislamientos térmicos:
	30.726,30
	Total 6 Aislamientos e impermeabilizaciones: 30.726,30
7 Cubiertas	
7.1 Componentes de cubiertas inclinadas	
7.1.1 De chapas de acero y paneles sándwich .	51.468,74
	Total 7.1 Componentes de cubiertas inclinadas:
	51.468,74
7.2 Lucernarios	
7.2.1 De placas translúcidas sintéticas .	55.873,80
	Total 7.2 Lucernarios:
	55.873,80
	Total 7 Cubiertas: 107.342,54
8 Revestimientos y trasdosados	
8.1 Falsos techos	
8.1.1 Registrables, de placas de yeso laminado .	8.824,50
	Total 8.1 Falsos techos:
	8.824,50
8.2 Vidrios	
8.2.1 Espejos .	598,24
	Total 8.2 Vidrios:
	598,24
	Total 8 Revestimientos y trasdosados: 9.422,74
9 Urbanización interior de la parcela	
9.1 Cerramientos exteriores	
9.1.1 Muros .	12.105,43
9.1.2 Remates de muro de cerramiento .	4.677,81



	Total 9.1 Cerramientos exteriores	16.783,24
9.2 Pavimentos exteriores		
	9.2.1 Mezclas y riegos bituminosos .	13.829,40
	Total 9.2 Pavimentos exteriores	13.829,40
	Total 9 Urbanización interior de la parcela	30.612,64
10 Gestión de residuos		
10.1 Gestión de tierras		
	10.1.1 Transporte de tierras .	935,81
	Total 10.1 Gestión de tierras	935,81
	Total 10 Gestión de residuos	935,81
	11 Instalaciones deportivas .	73.944,00
	Presupuesto de ejecución material	738.620,78
	13% de gastos generales	96.020,70
	6% de beneficio industrial	44.317,25
	Suma	878.958,73
	21%	184.581,33
	Presupuesto de ejecución por contrata	1.063.540,06

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN SESENTA Y TRES MIL QUINIENTOS CUARENTA EUROS CON SEIS CÉNTIMOS.

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO DE ESTRUCTURA
METÁLICA DE 1650M², DEDICADA A
USOS DEPORTIVOS (PISTAS DE
PÁDEL), SITA EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY

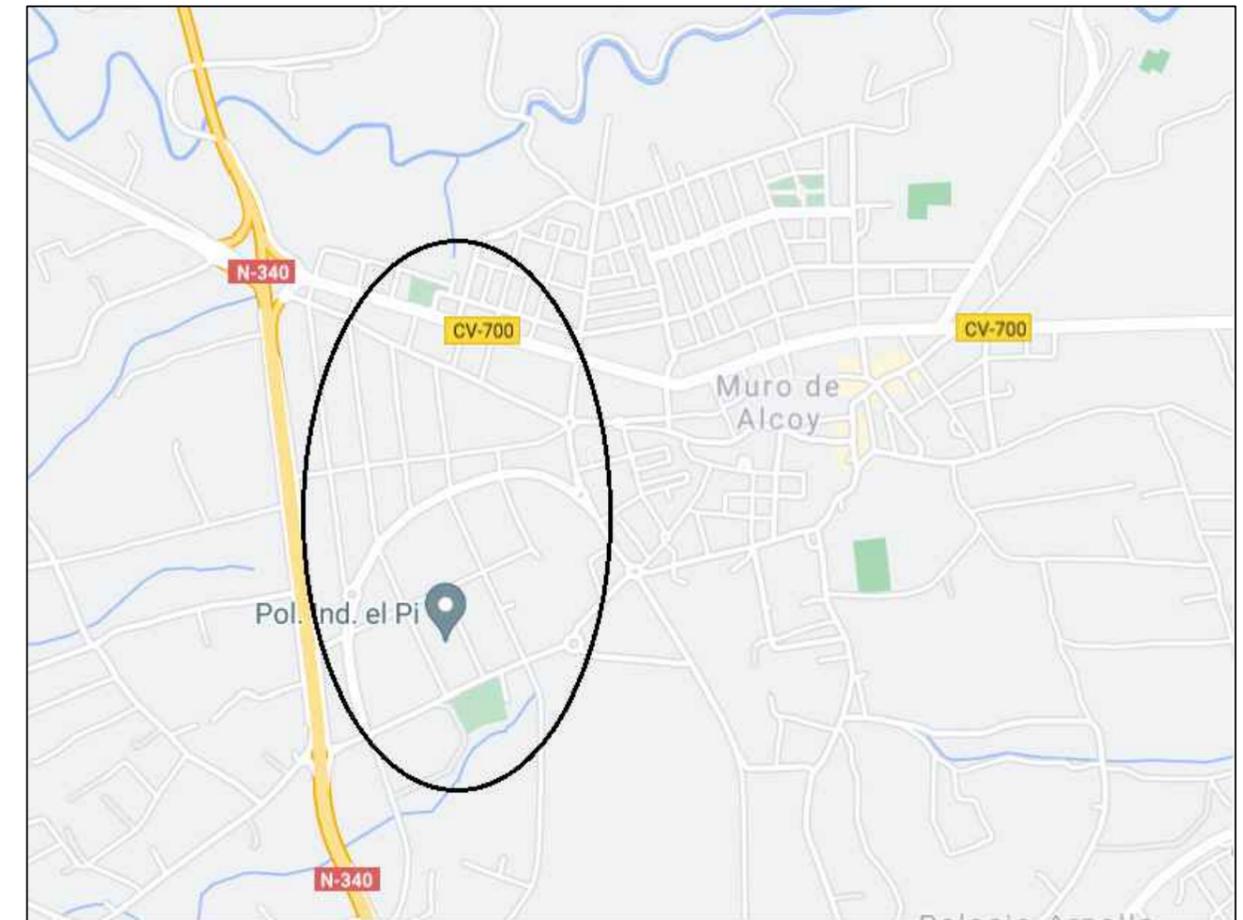
PLANOS

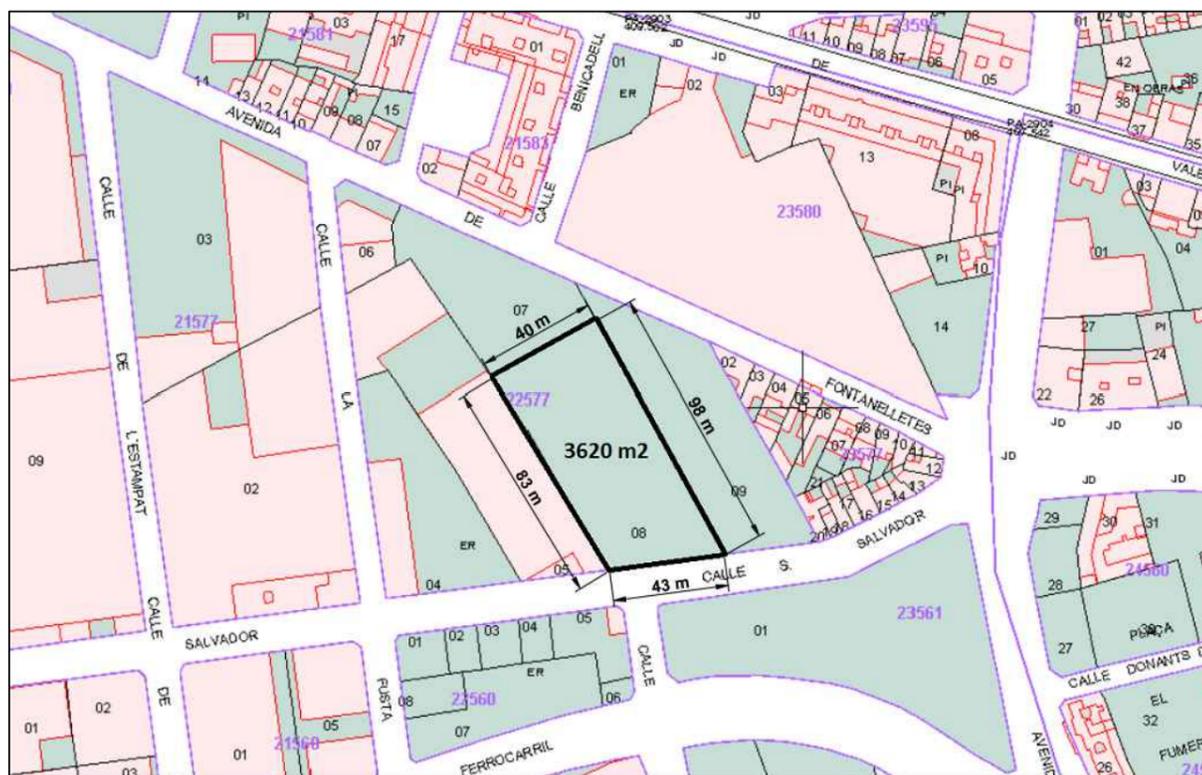
AUTOR: DANIEL FUENTES CARRIÓN

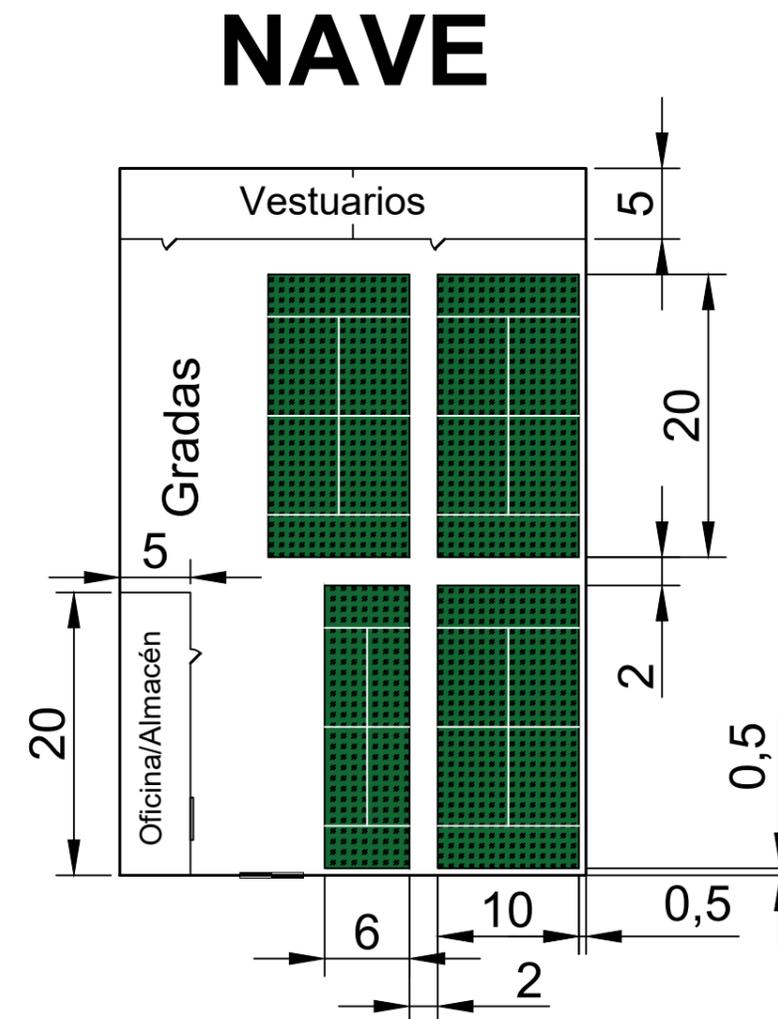
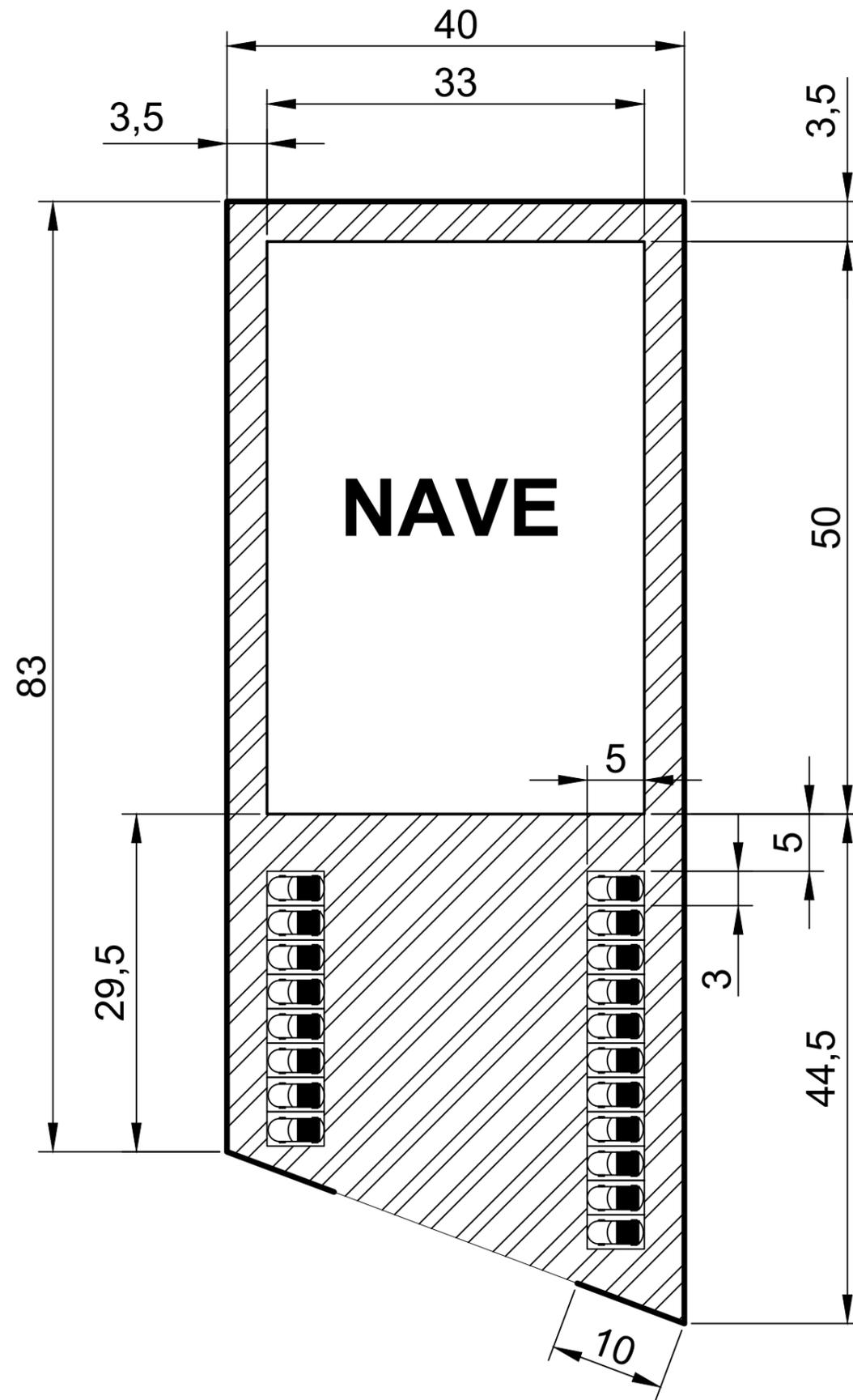
TUTOR: PEDRO ILDEFONSO JAÉN GÓMEZ

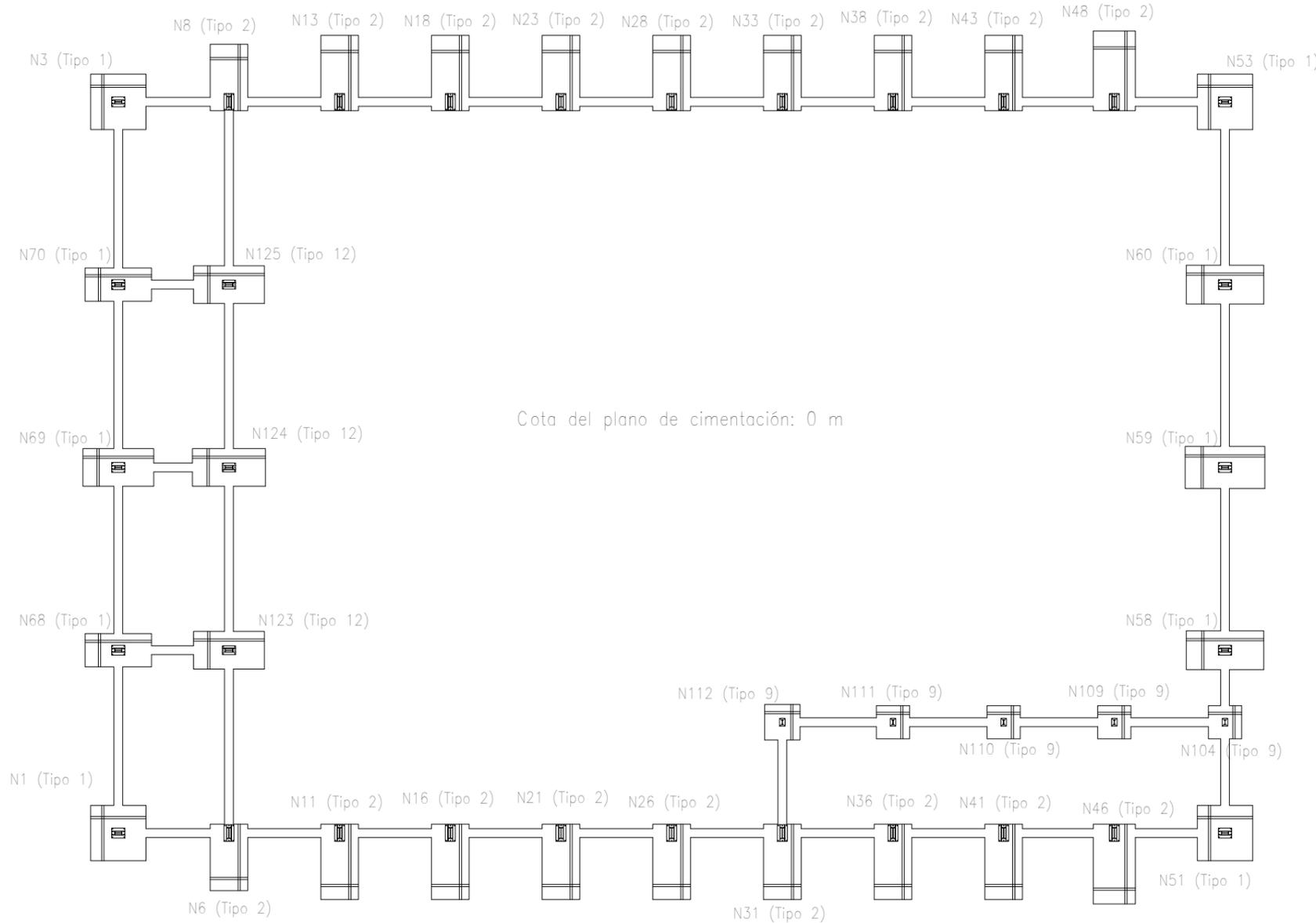


ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

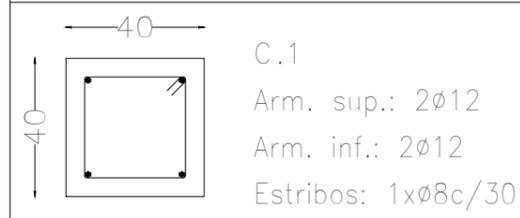








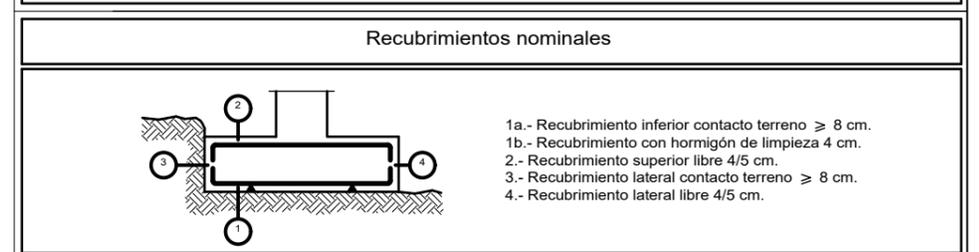
CUADRO DE VIGAS DE ATADO

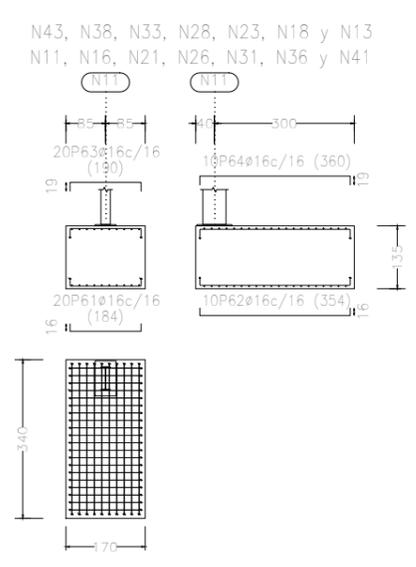
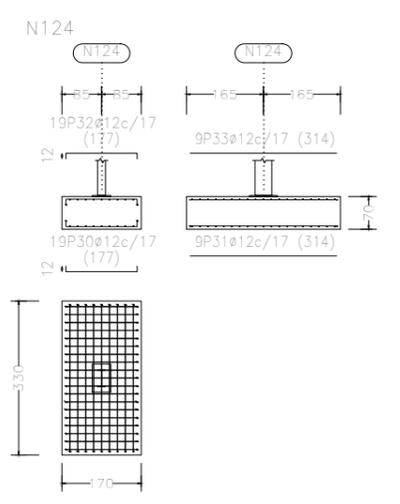
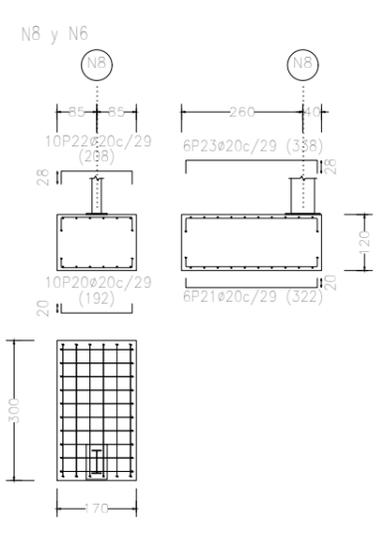
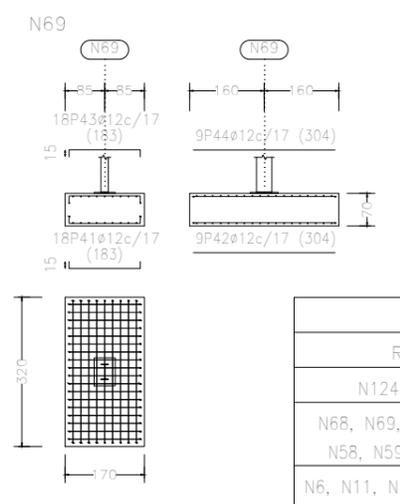
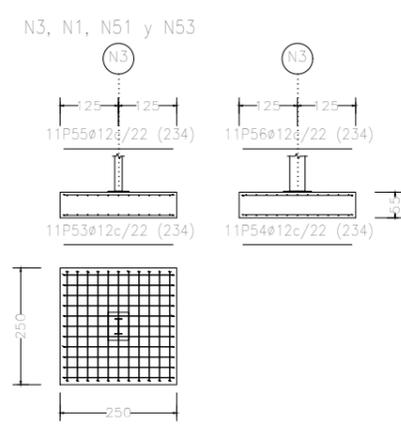
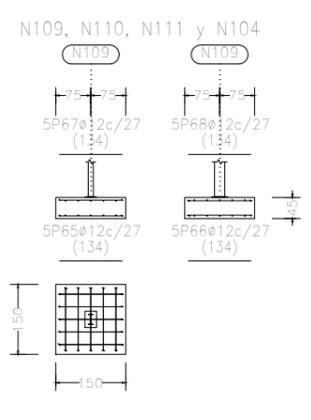
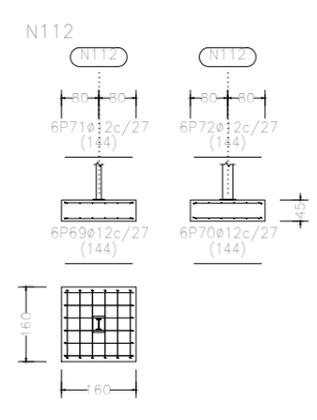
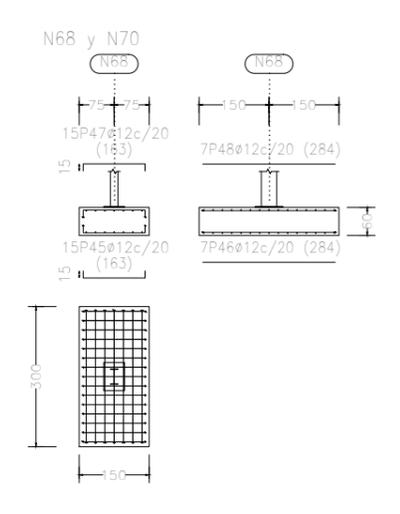
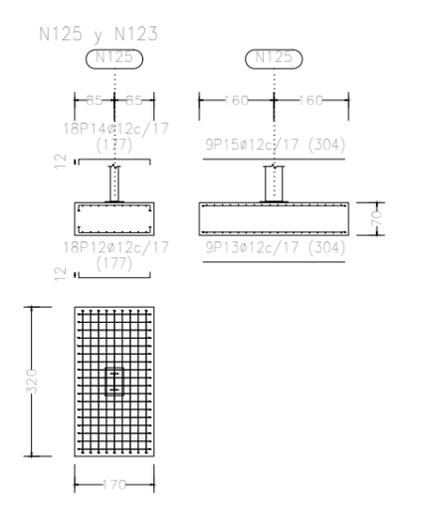
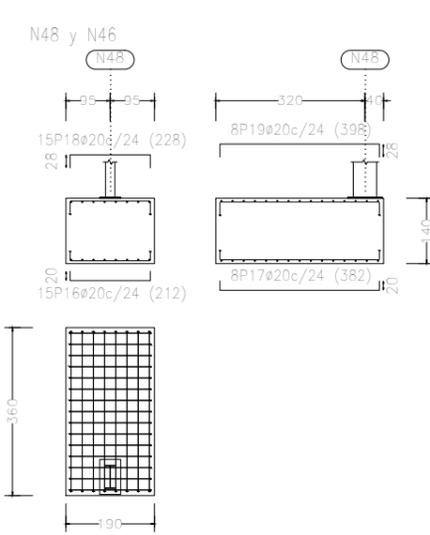
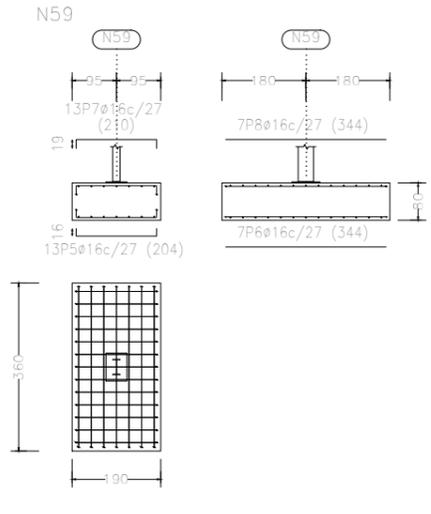
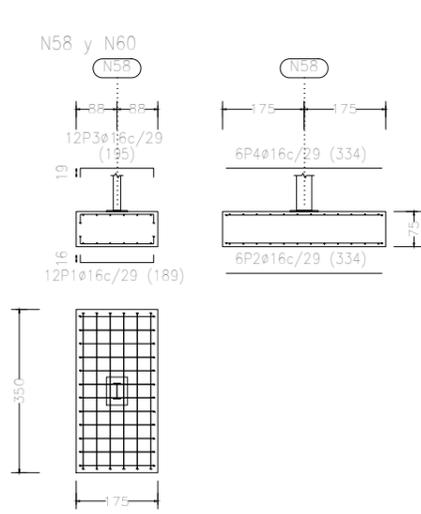


CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN						
Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N51 y N53	250x250	55	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22
N6	170x300	120	10ø20c/29	6ø20c/29	10ø20c/29	6ø20c/29
N8	170x300	120	10ø20c/29	6ø20c/29	10ø20c/29	6ø20c/29
N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41	170x340	135	20ø16c/16	10ø16c/16	20ø16c/16	10ø16c/16
N13, N18, N23, N28, N33, N38 y N43	170x340	135	20ø16c/16	10ø16c/16	20ø16c/16	10ø16c/16
N46	190x360	140	15ø20c/24	8ø20c/24	15ø20c/24	8ø20c/24
N48	190x360	140	15ø20c/24	8ø20c/24	15ø20c/24	8ø20c/24
N58 y N60	175x350	75	12ø16c/29	6ø16c/29	12ø16c/29	6ø16c/29
N59	190x360	80	13ø16c/27	7ø16c/27	13ø16c/27	7ø16c/27
N68 y N70	150x300	60	15ø12c/20	7ø12c/20	15ø12c/20	7ø12c/20
N69	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N104, N109, N110 y N111	150x150	45	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27
N112	160x160	45	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27
N123 y N125	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N124	170x330	70	19ø12c/17	9ø12c/17	19ø12c/17	9ø12c/17

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N124, N125 y N123	6 Pernos ø 20	Placa base (400x600x22)
N68, N69, N70, N3, N1, N51, N58, N59, N60 y N53	8 Pernos ø 25	Placa base (450x600x22)
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18, N13 y N8	6 Pernos ø 25	Placa base (450x750x25)
N109, N110, N111, N112 y N104	4 Pernos ø 14	Placa base (250x350x15)

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	Exposición Ambiente	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	30/40 mm	IIa+Qa	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c = 1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	30/40 mm	IIa+Qa	Normal	$\gamma_s = 1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G = 1.50$ $\gamma_Q = 1.60$	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		





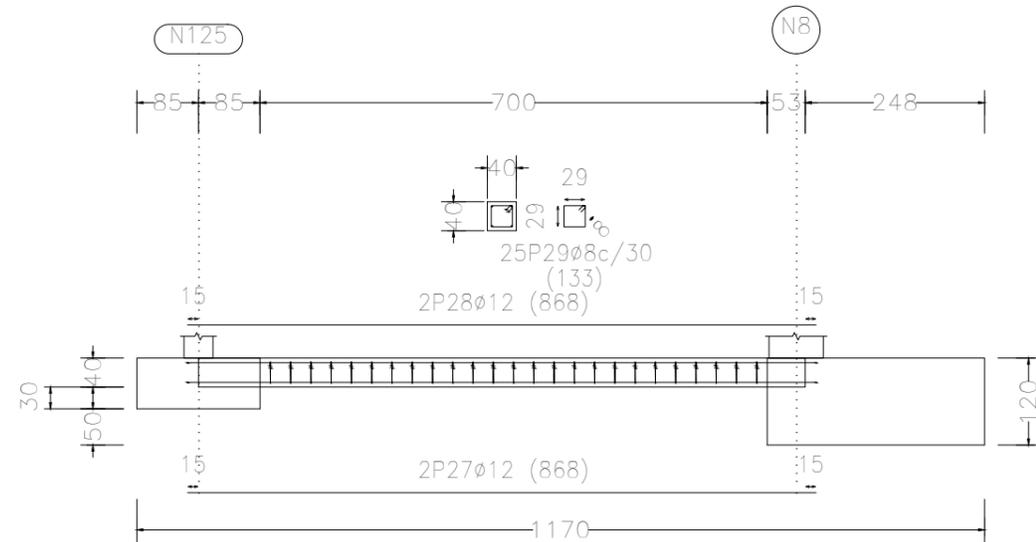
Cuadro de arranques

Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N124, N125 y N123	6 Pernos ø 20	Placa base (400x600x22)
N68, N69, N70, N3, N1, N51, N58, N59, N60 y N53	8 Pernos ø 25	Placa base (450x600x22)
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18, N13 y N8	6 Pernos ø 25	Placa base (450x750x25)
N109, N110, N111, N112 y N104	4 Pernos ø 14	Placa base (250x350x15)

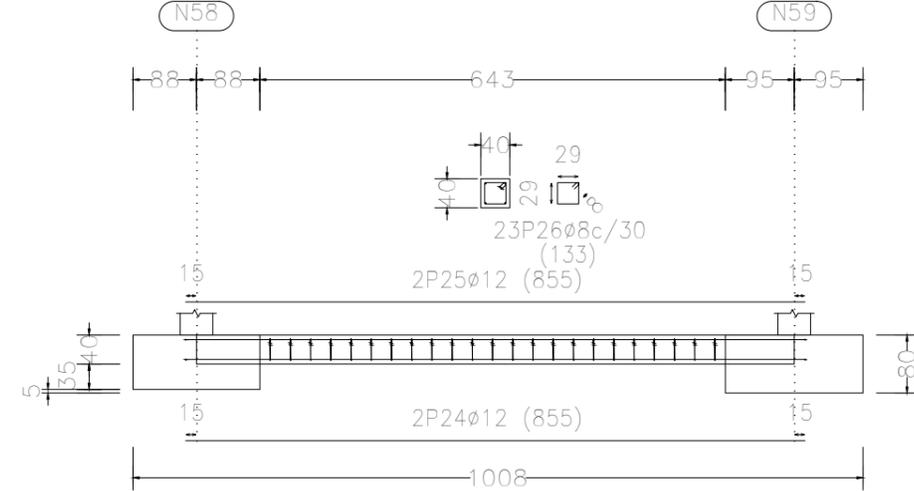
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y	Armado sup. X	Armado sup. Y
N1, N3, N51 y N53	250x250	55	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22	11ø12c/22
N6	170x300	120	10ø20c/29	6ø20c/29	10ø20c/29	6ø20c/29
N8	170x300	120	10ø20c/29	6ø20c/29	10ø20c/29	6ø20c/29
N11, N16, N21, N26, N31, N36 y N41	170x340	135	20ø16c/16	10ø16c/16	20ø16c/16	10ø16c/16
N13, N18, N23, N28, N33, N38 y N43	170x340	135	20ø16c/16	10ø16c/16	20ø16c/16	10ø16c/16
N46	190x360	140	15ø20c/24	8ø20c/24	15ø20c/24	8ø20c/24
N48	190x360	140	15ø20c/24	8ø20c/24	15ø20c/24	8ø20c/24
N58 y N60	175x350	75	12ø16c/29	6ø16c/29	12ø16c/29	6ø16c/29
N59	190x360	80	13ø16c/27	7ø16c/27	13ø16c/27	7ø16c/27
N68 y N70	150x300	60	15ø12c/20	7ø12c/20	15ø12c/20	7ø12c/20
N69	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N104, N109, N110 y N111	150x150	45	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27	5ø12c/27
N112	160x160	45	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27	6ø12c/27
N123 y N125	170x320	70	18ø12c/17	9ø12c/17	18ø12c/17	9ø12c/17
N124	170x330	70	19ø12c/17	9ø12c/17	19ø12c/17	9ø12c/17

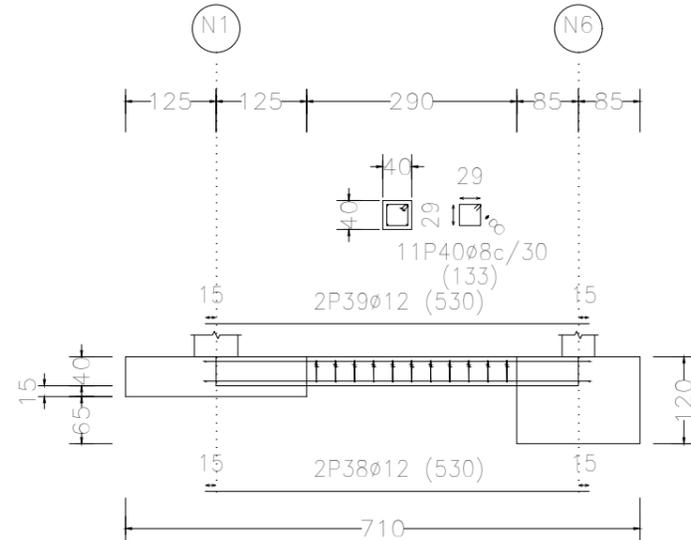
C [N125-N8], C [N6-N123]



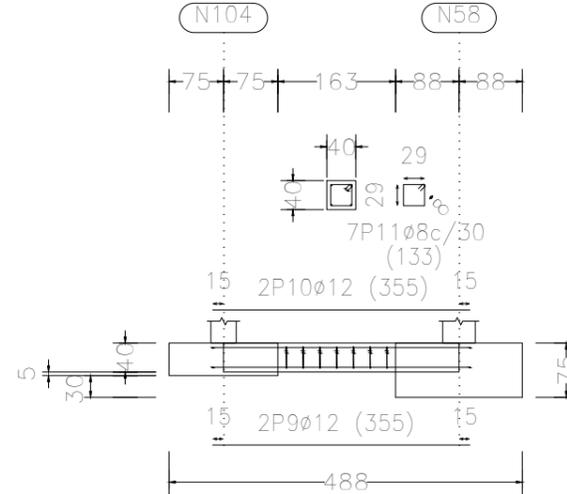
C [N58-N59], C [N59-N60], C [N60-N53], C [N3-N70],
C [N70-N69], C [N69-N68], C [N68-N1],
C [N123-N124] y C [N124-N125]



C [N1-N6], C [N6-N11], C [N11-N16],
C [N16-N21], C [N21-N26], C [N26-N31],
C [N31-N36], C [N36-N41], C [N41-N46],
C [N46-N51], C [N51-N104], C [N104-N109],
C [N109-N110], C [N110-N111],
C [N111-N112], C [N112-N31], C [N53-N48],
C [N48-N43], C [N43-N38], C [N38-N33],
C [N33-N28], C [N28-N23], C [N23-N18],
C [N18-N13], C [N13-N8], C [N8-N3],
C [N68-N123], C [N69-N124] y C [N70-N125]

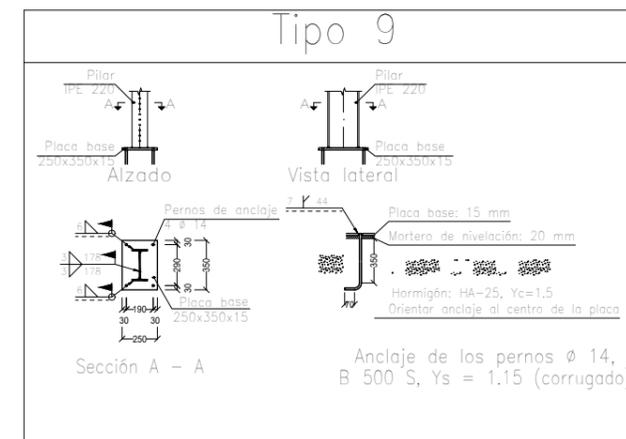
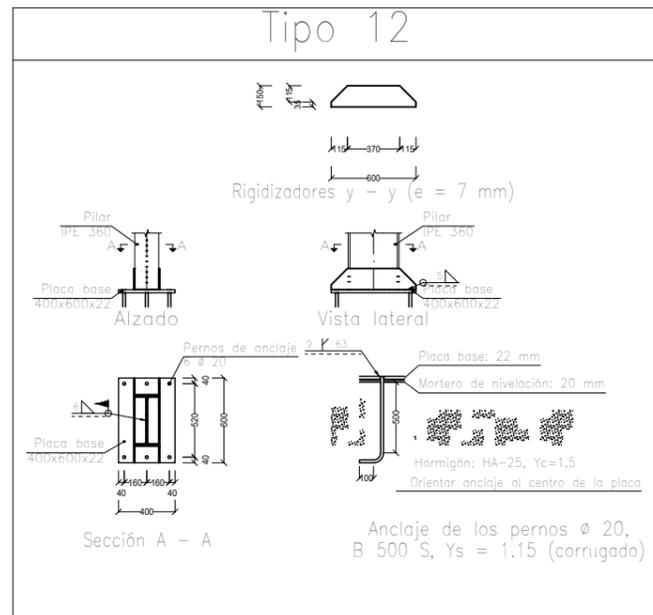
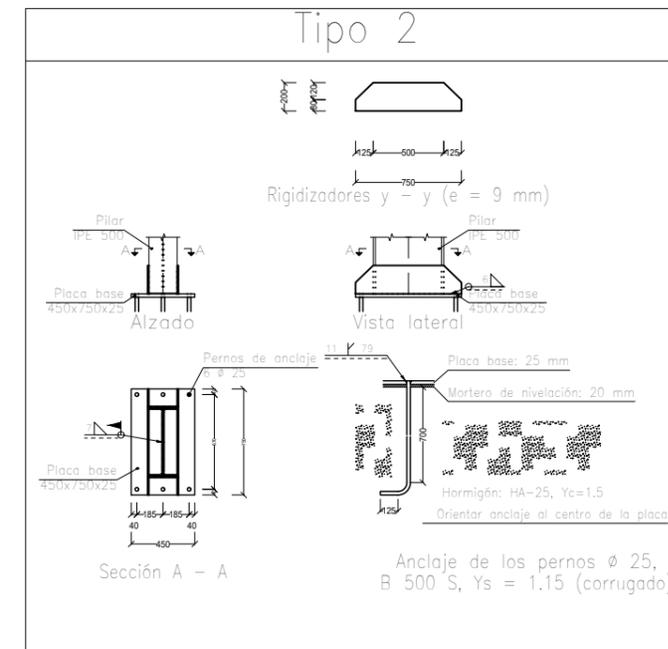
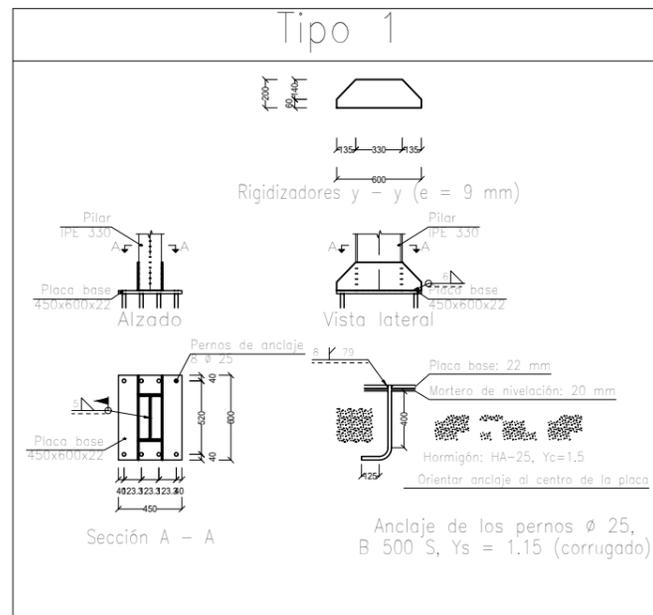


C [N104-N58]

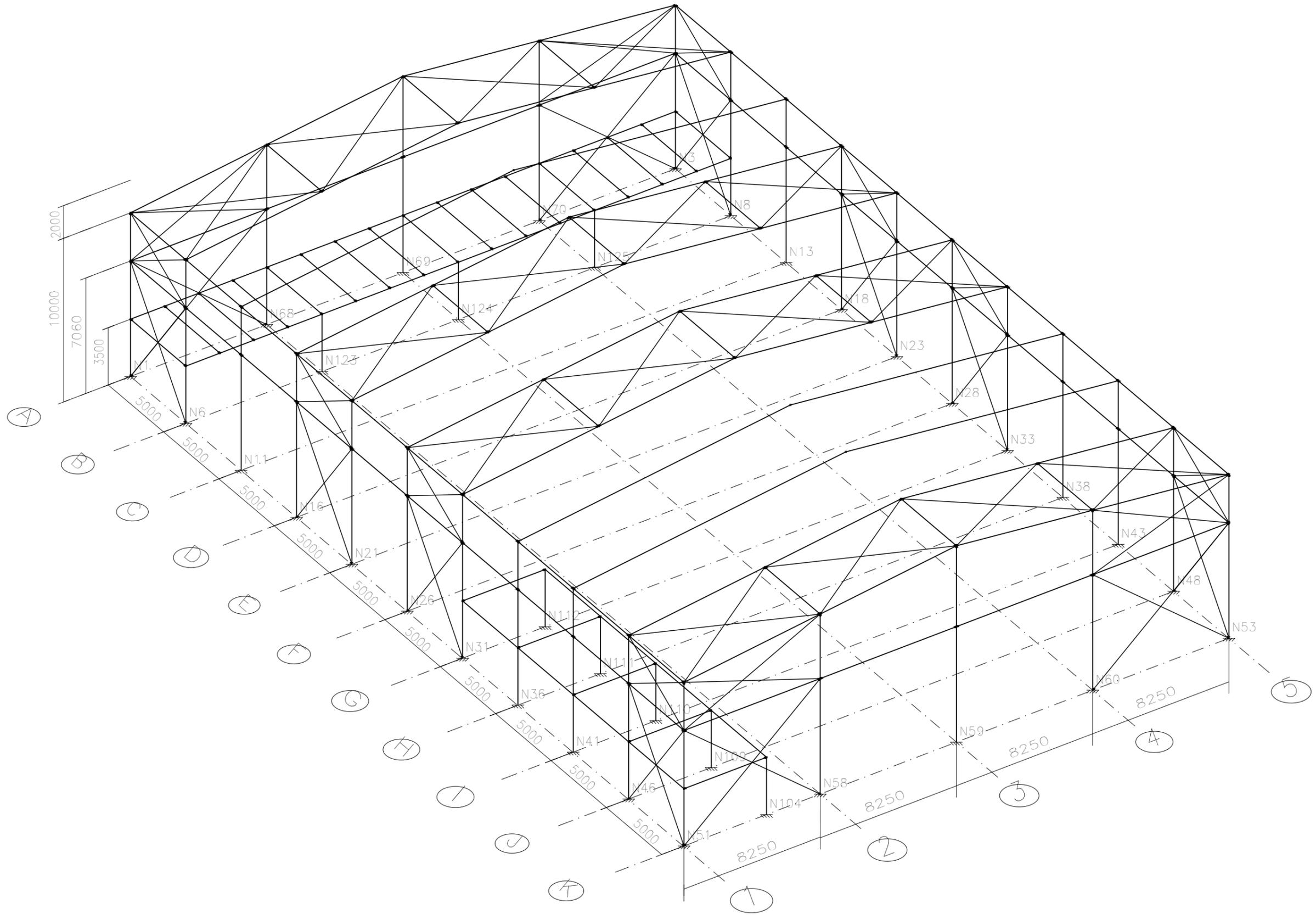


Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	∅8	772.7	335
	∅12	2217.9	2166
	∅16	2321.1	4030
	∅20	416.0	1129
			7660





Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N124, N125 y N123	6 Pernos ϕ 20	Placa base (400x600x22)
N68, N69, N70, N3, N1, N51, N58, N59, N60 y N53	8 Pernos ϕ 25	Placa base (450x600x22)
N6, N11, N16, N21, N26, N31, N36, N41, N46, N48, N43, N38, N33, N28, N23, N18, N13 y N8	6 Pernos ϕ 25	Placa base (450x750x25)
N109, N110, N111, N112 y N104	4 Pernos ϕ 14	Placa base (250x350x15)



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: **PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE 1650 M², SITA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY.**

Plano: **Estructura 3D alámbrica**

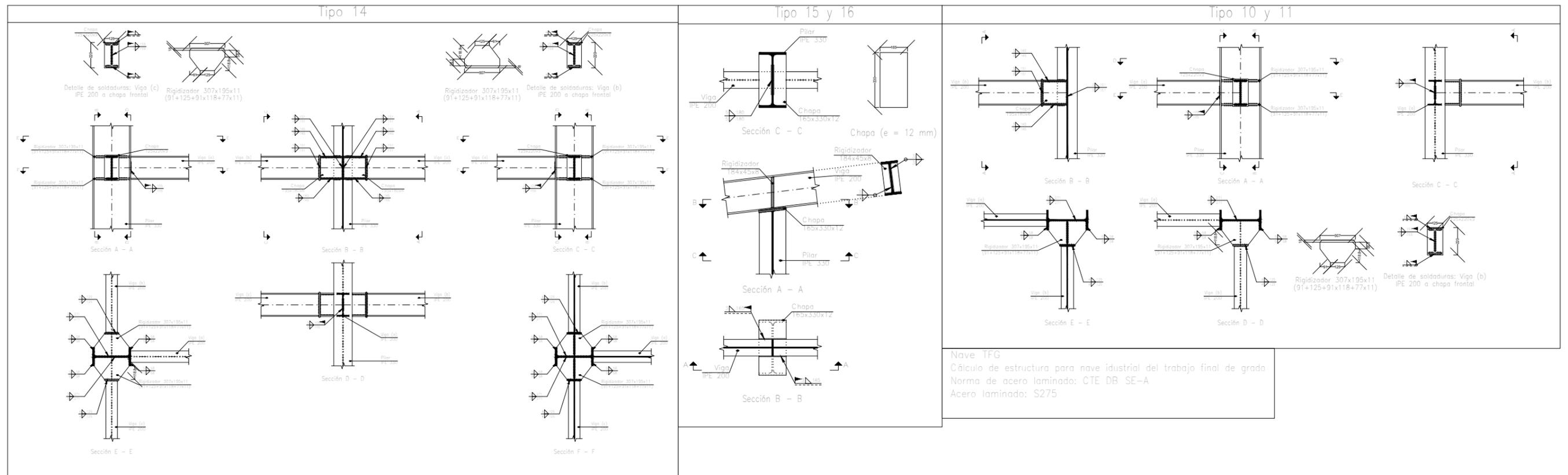
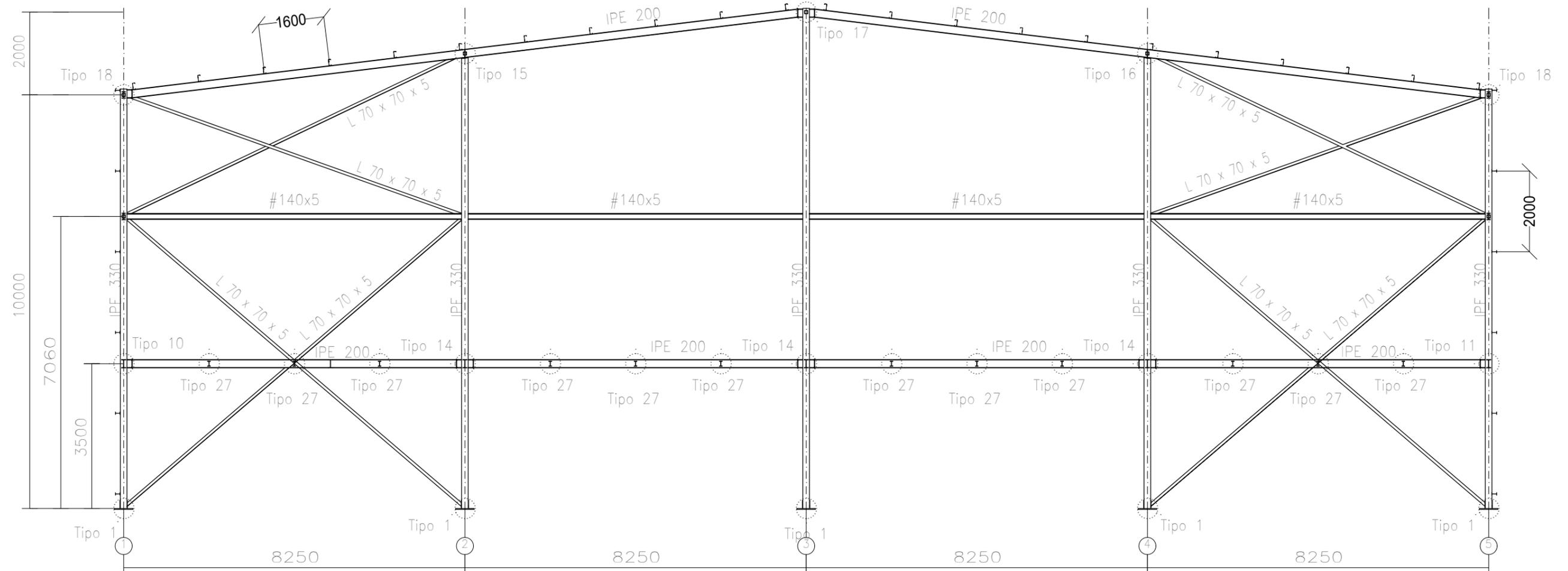
Autor: **Daniel Fuentes Carrión**

Fecha: **Septiembre 2021**

Escala: **1:250**

Nº Plano:

8



Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: **PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE 1650 M², SITA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY.**

Plano: **Fachada frontal alineación A**

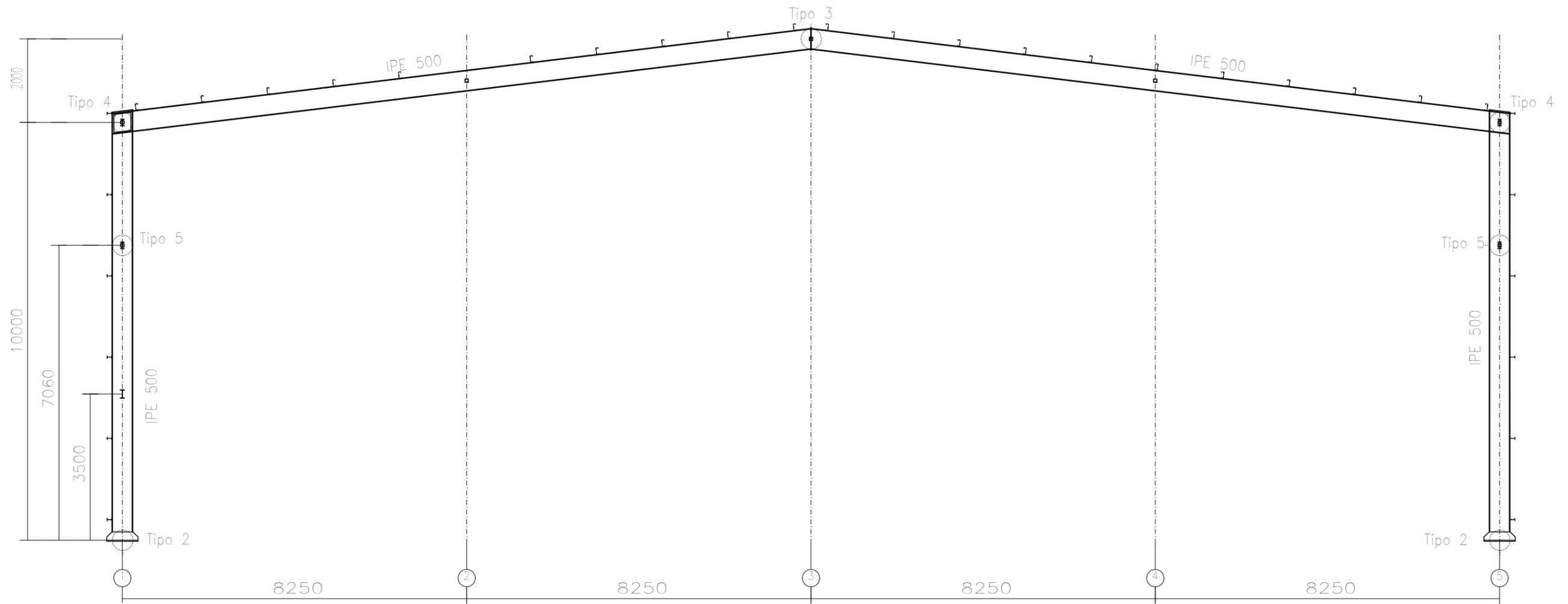
Autor: **Daniel Fuentes Carrión**

Fecha: **Septiembre 2021**

Escala: **1:100**

Nº Plano:

10



Obra: NAVE TFG

Separación entre pórticos (m): 5.00

Correas en cubiertas

Tipo de Acero: S235

Tipo de perfil: CF-160x2.5

Separación: 1.60 m.

Número de correas: 22

Peso lineal: 131.00 kg/m

Correas en laterales

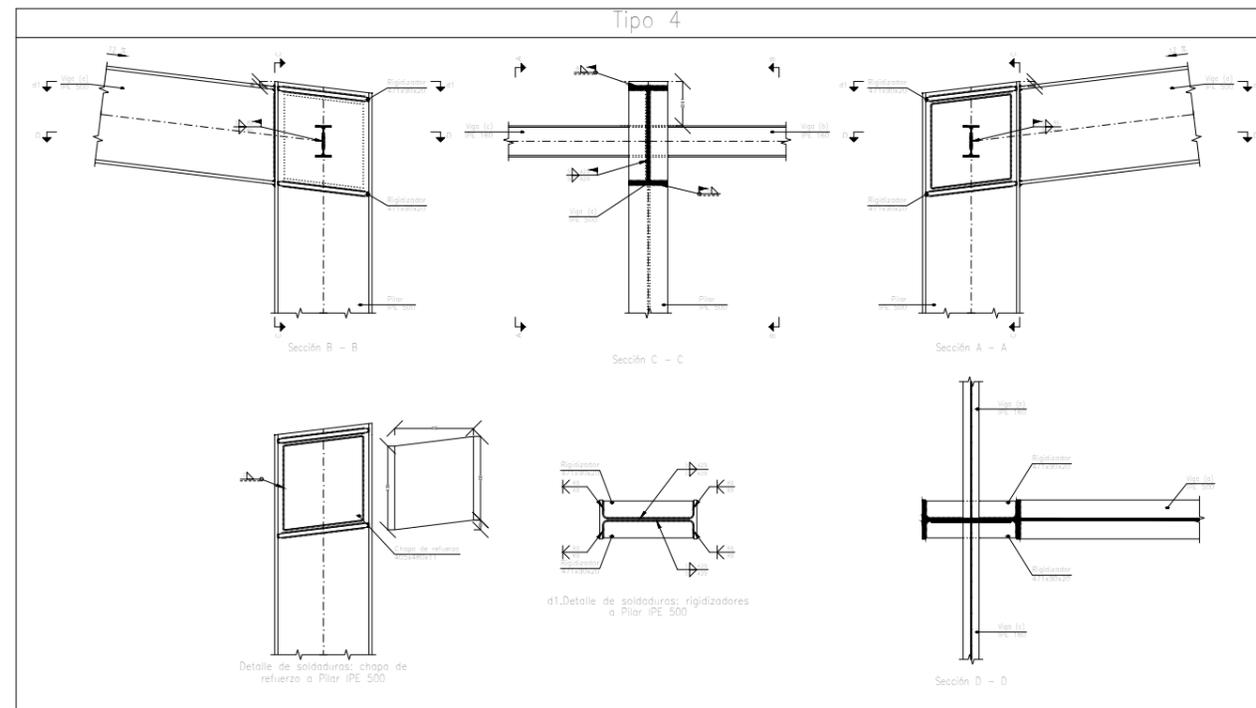
Tipo de Acero: S275

Tipo de perfil: IPE 120

Separación: 2.00 m.

Número de correas: 12

Peso lineal: 124.34 kg/m



El "pórtico interior tipo" es la estructura básica de las alineaciones B, C, D, E, F, G, H, I y J

Nave TFG
Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE 1650 M², SITA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY.

Plano: Pórtico interior tipo

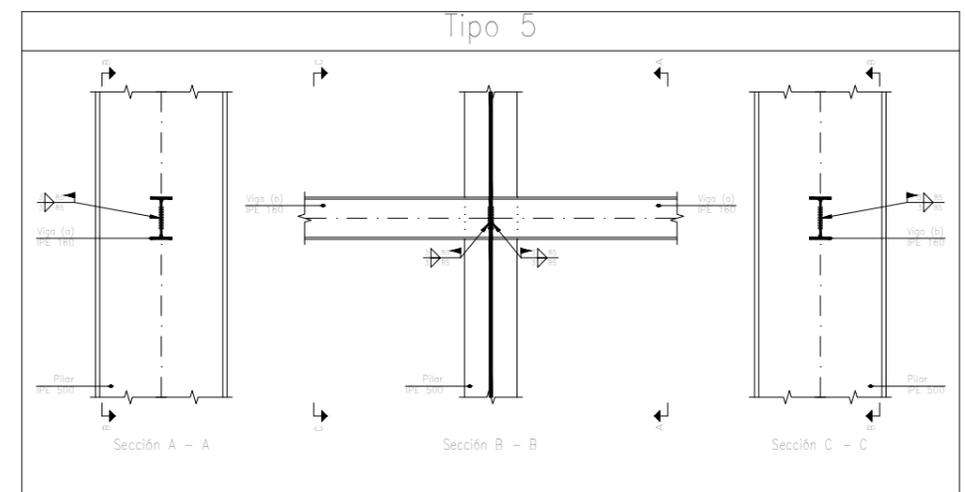
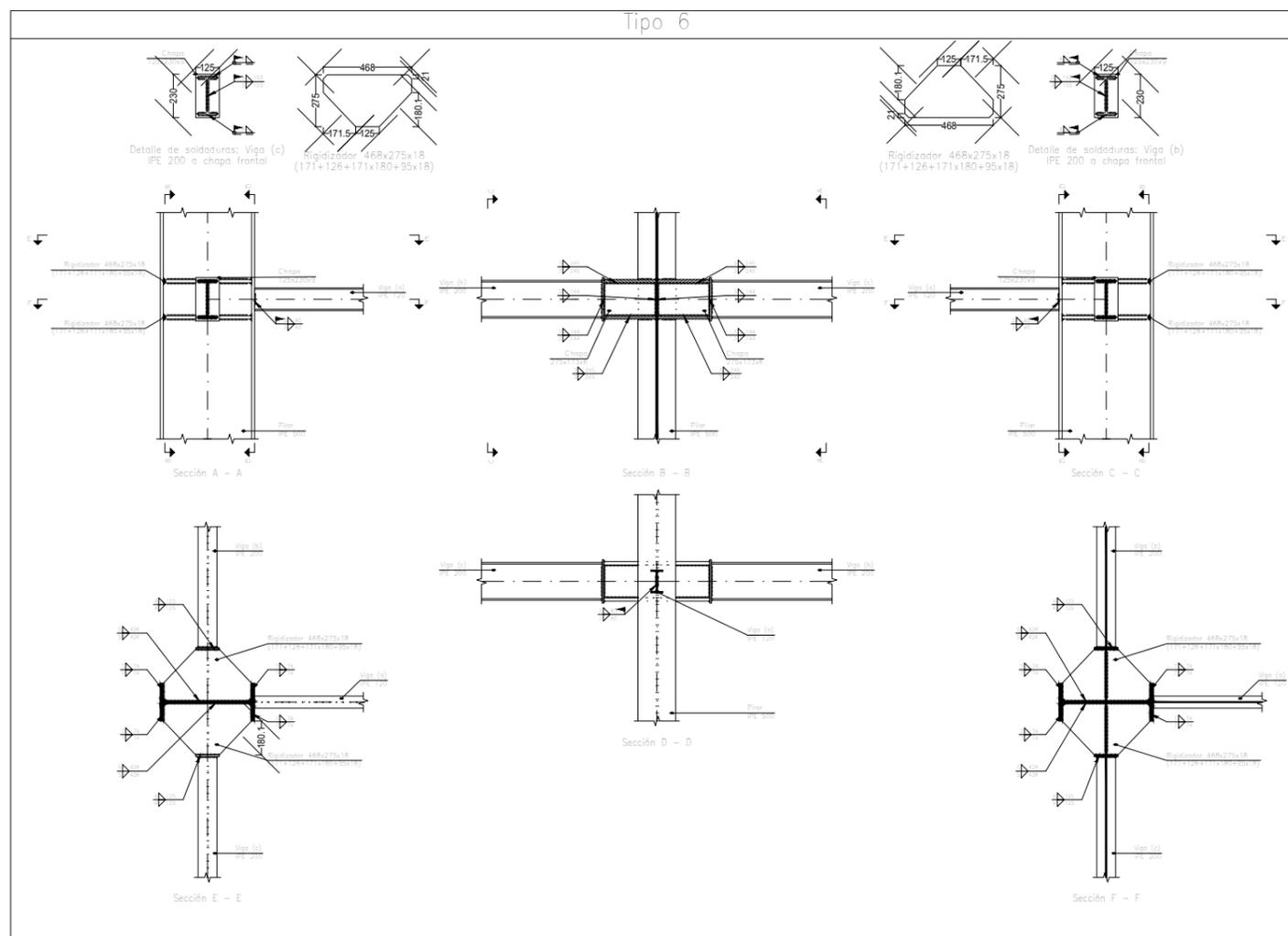
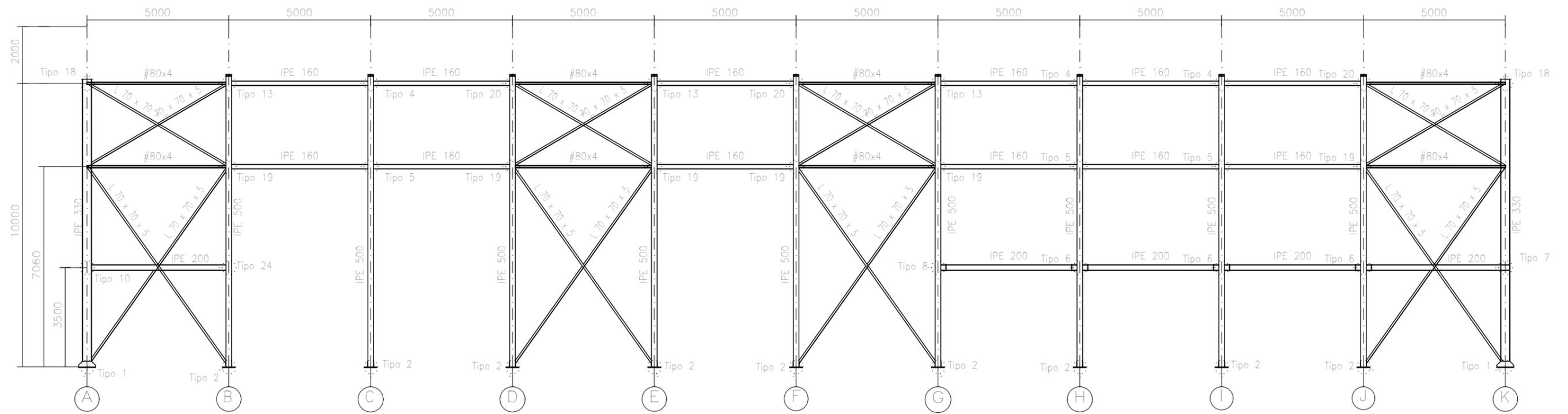
Autor: Daniel Fuentes Carrión

Fecha: Septiembre 2021

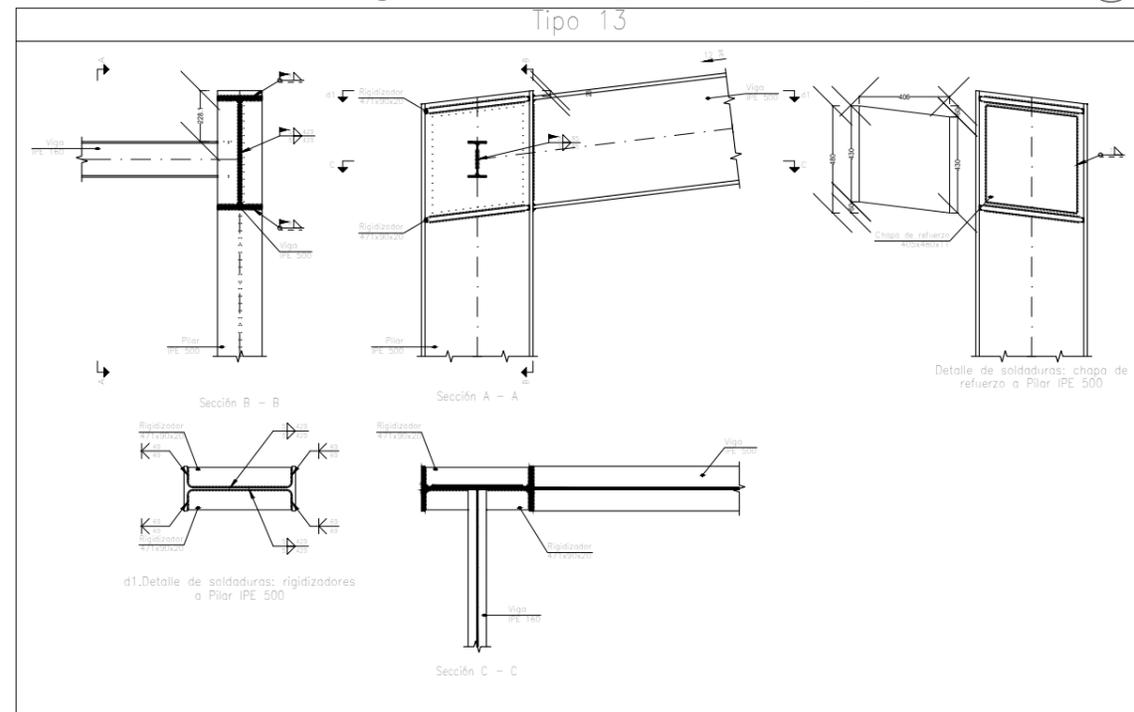
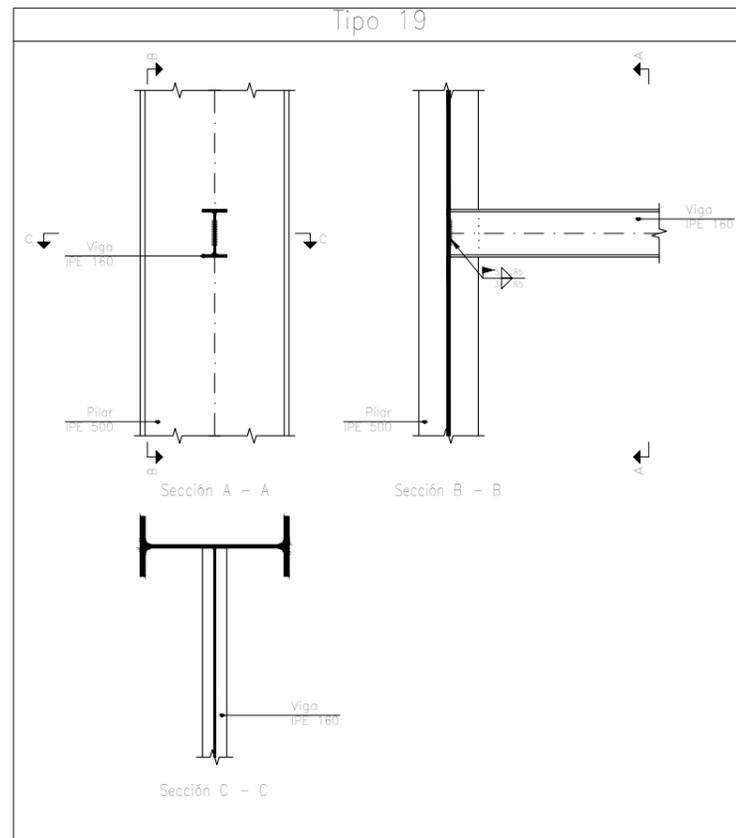
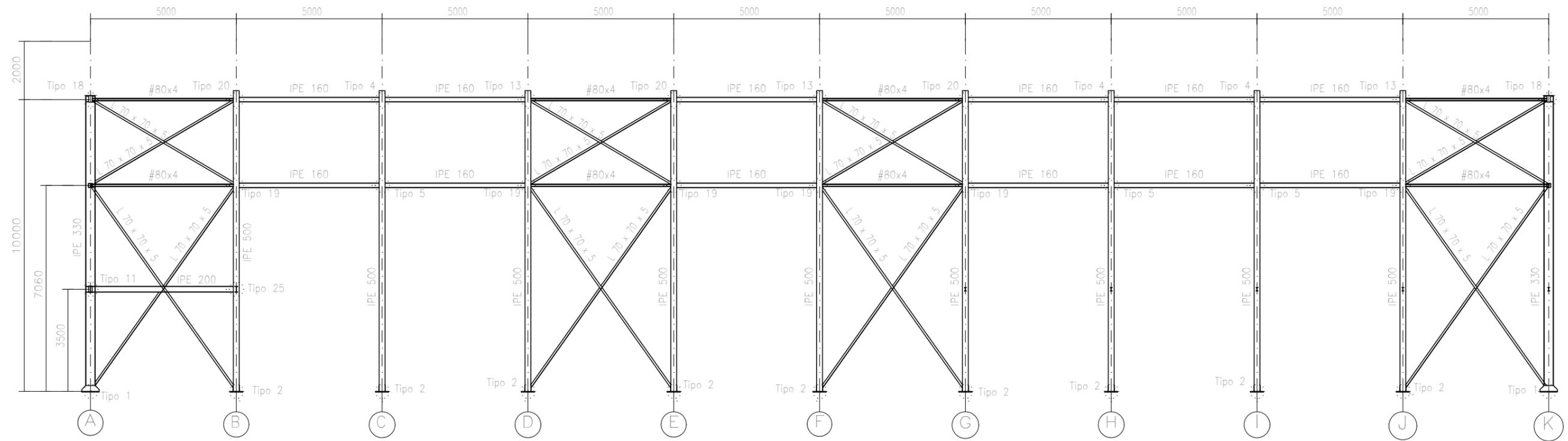
Escala: 1:100

Nº Plano:

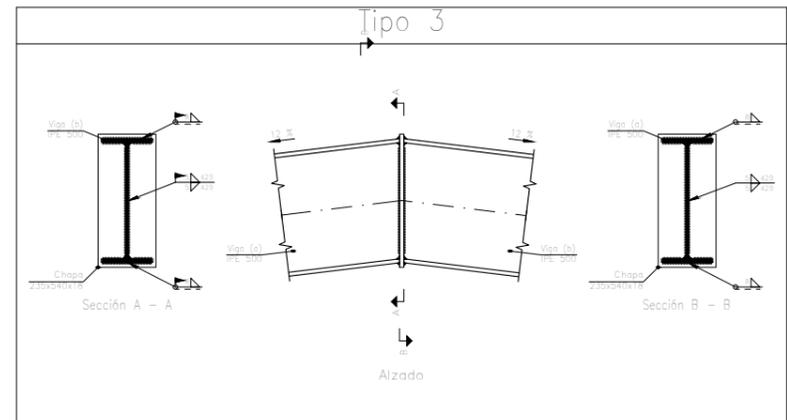
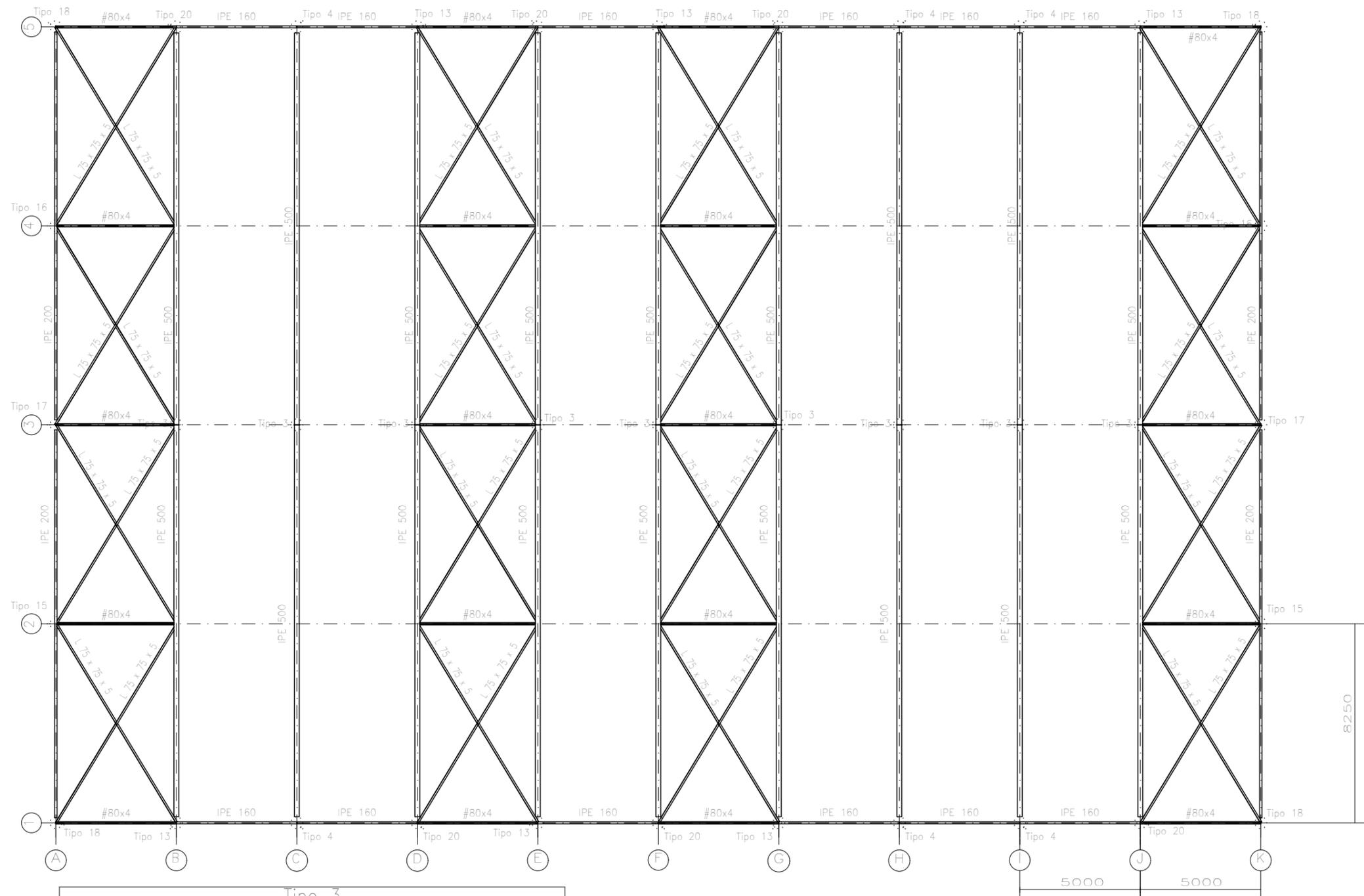
11



Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

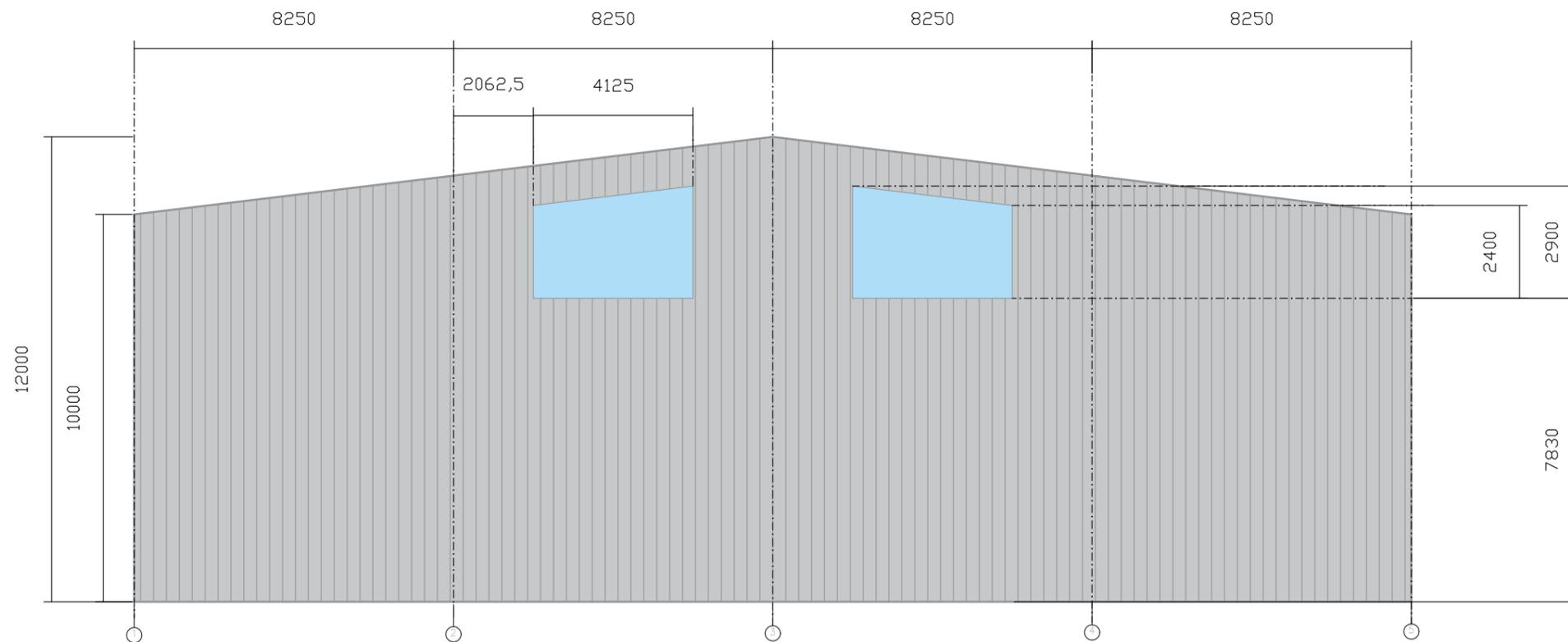
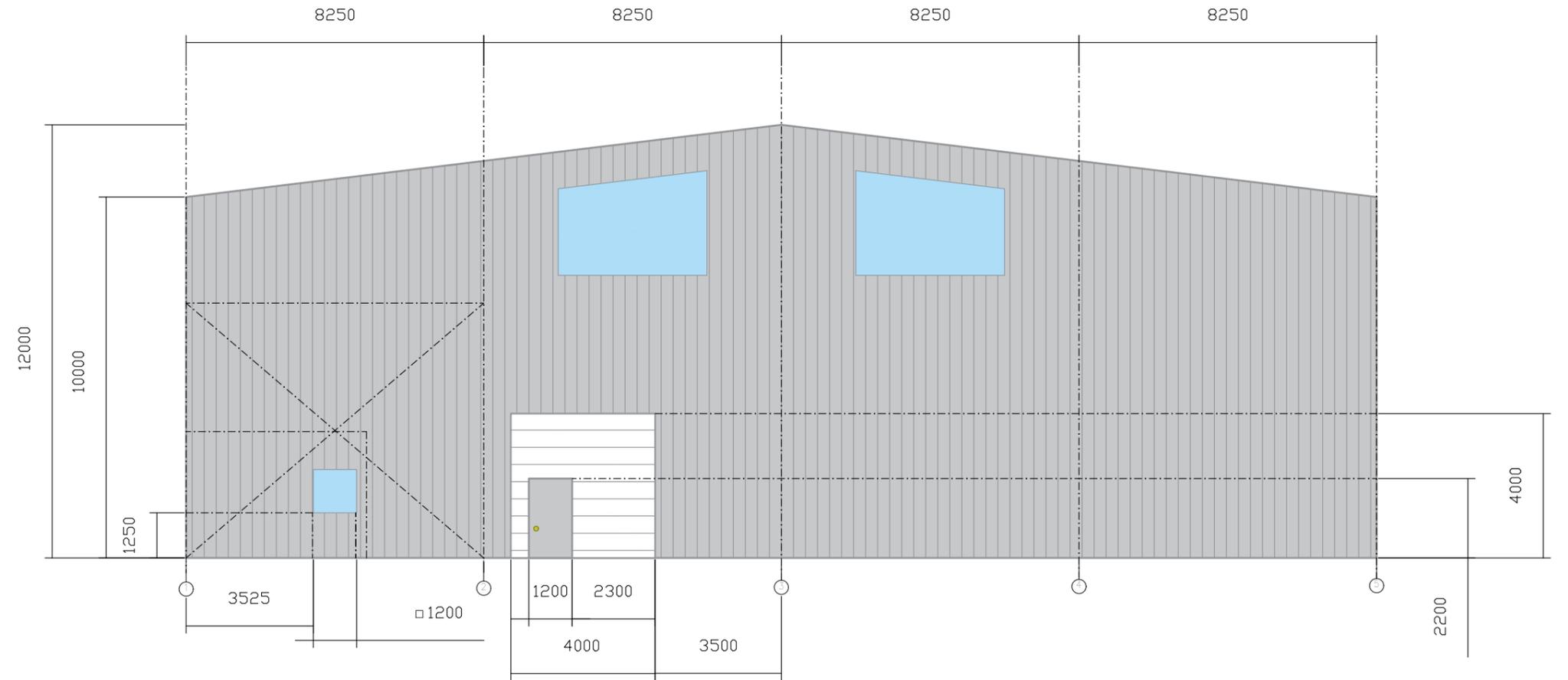


Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275



Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275

Alineación K



Alineación A

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: PROYECTO DE ESTRUCTURA METÁLICA DE 1650 M², SITA EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE MURO DE ALCOY.

Plano: Cerramientos de fachada frontal

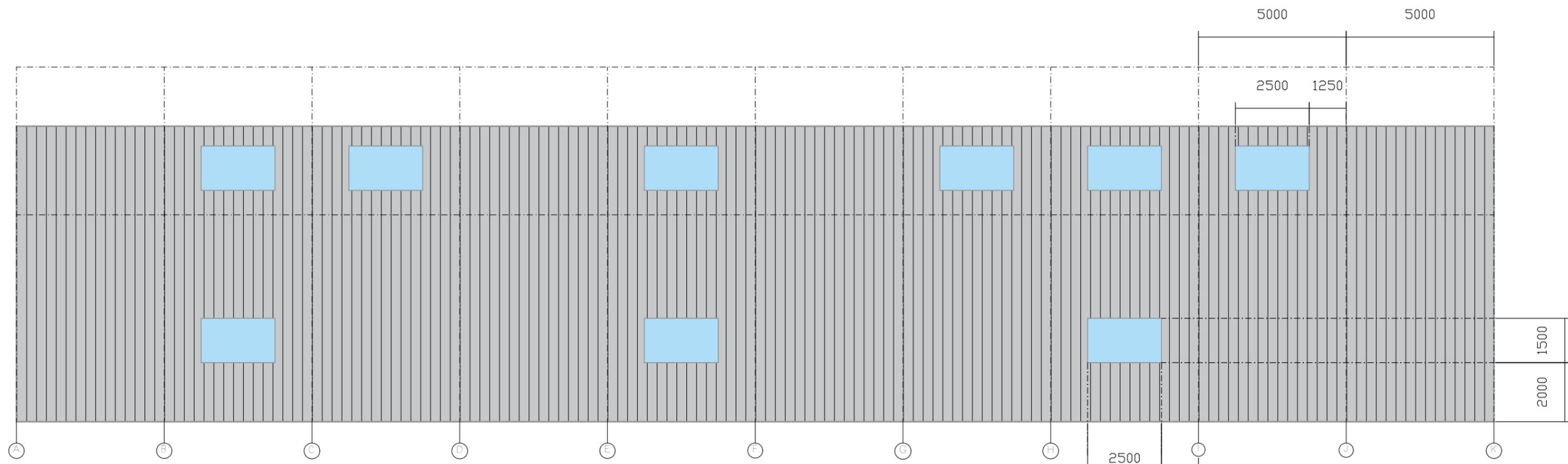
Autor: Daniel Fuentes Carrión

Fecha: Septiembre 2021

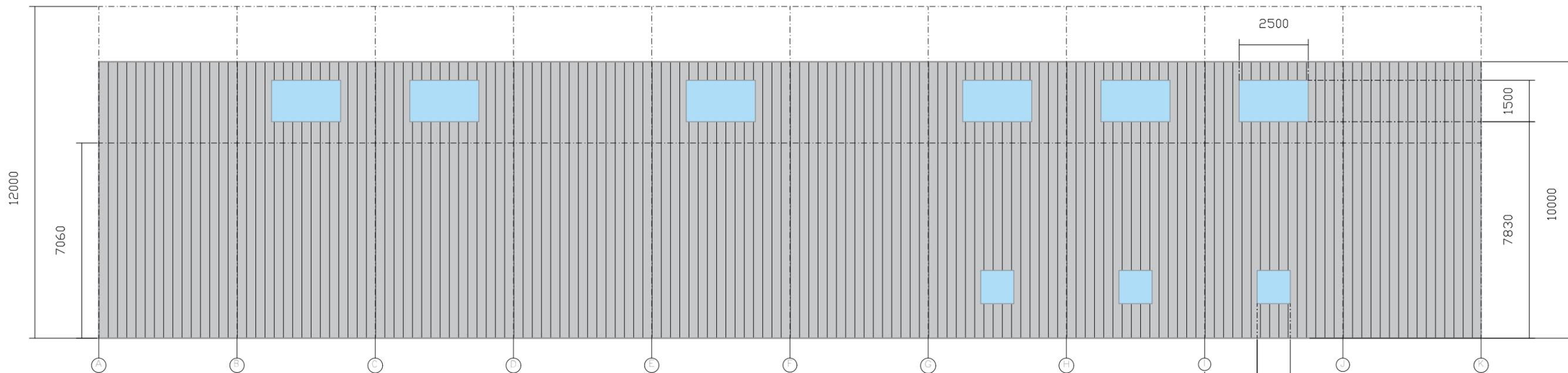
Escala: 1:150

Nº Plano:

15

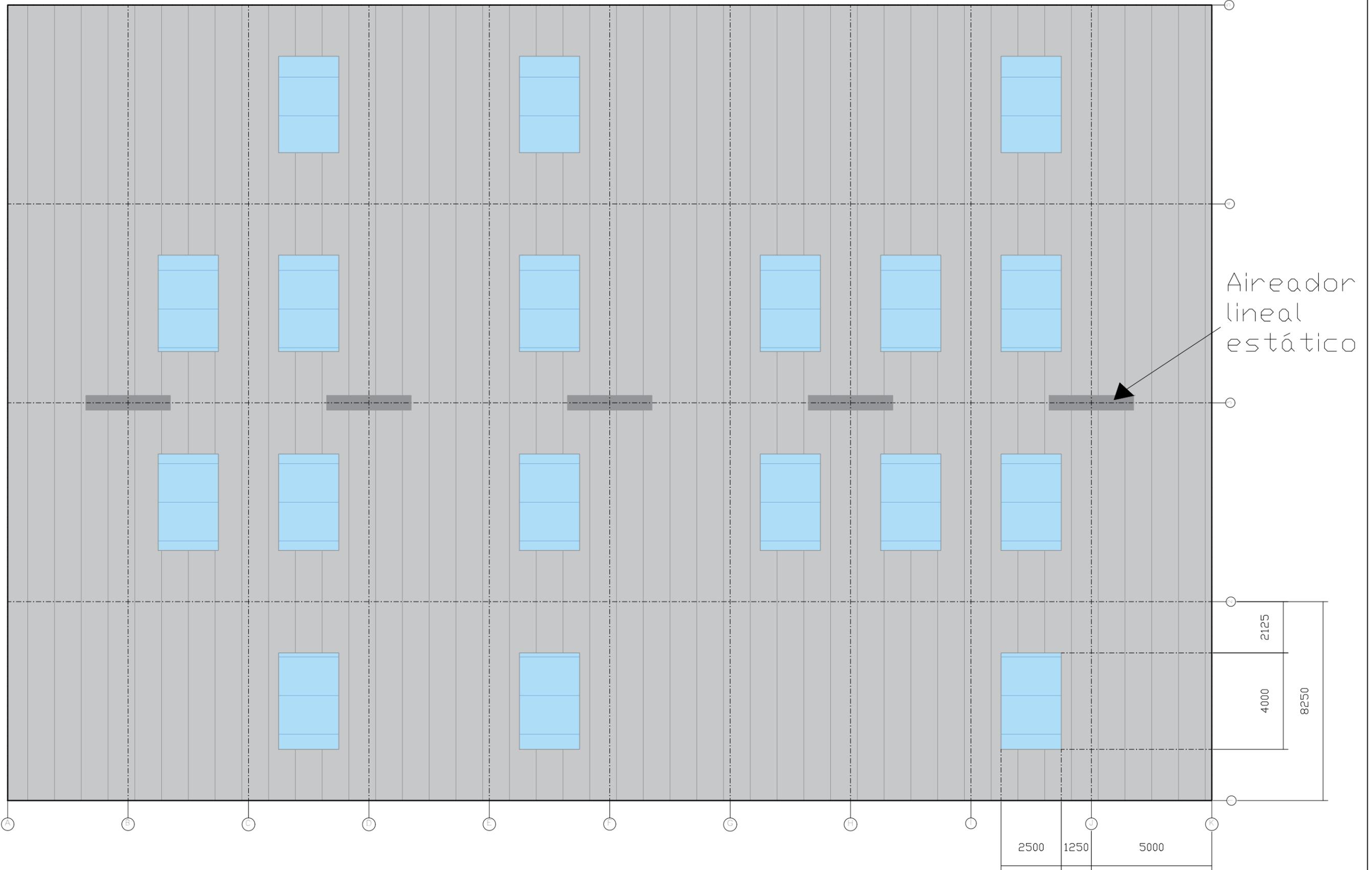


Alineación 5

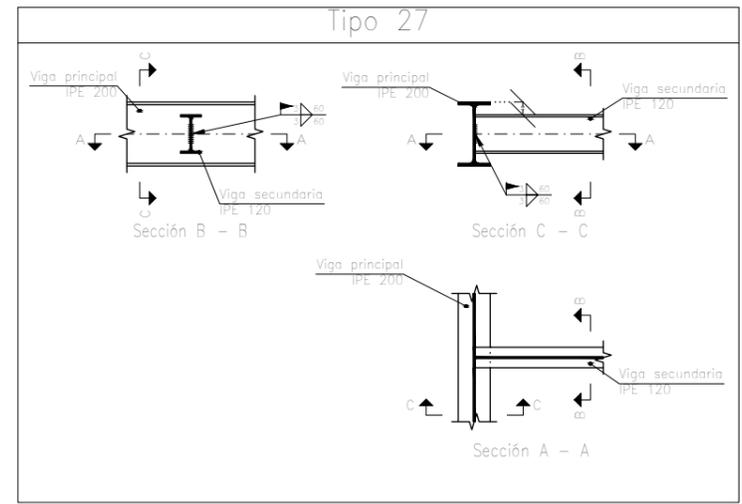
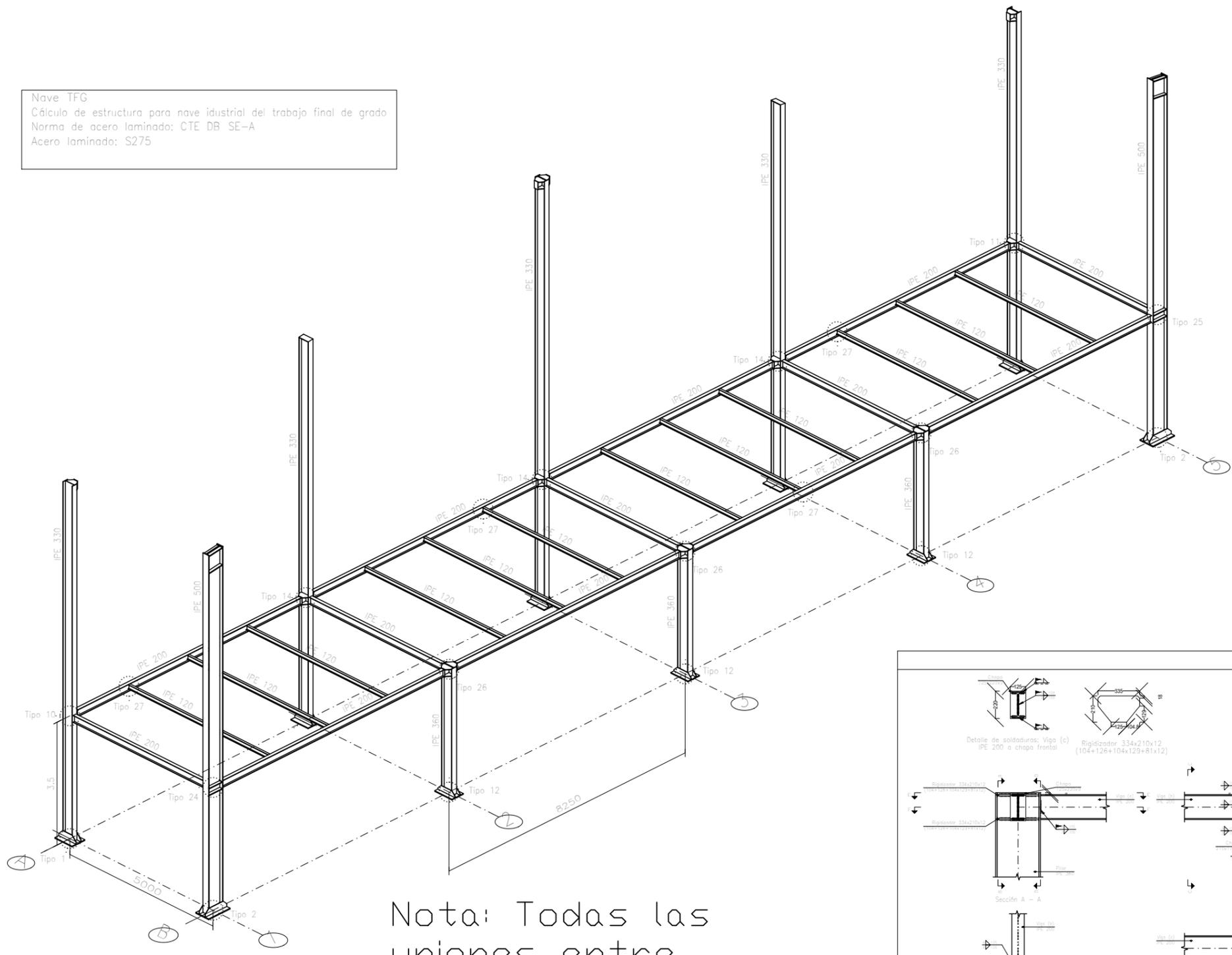


Alineación 1

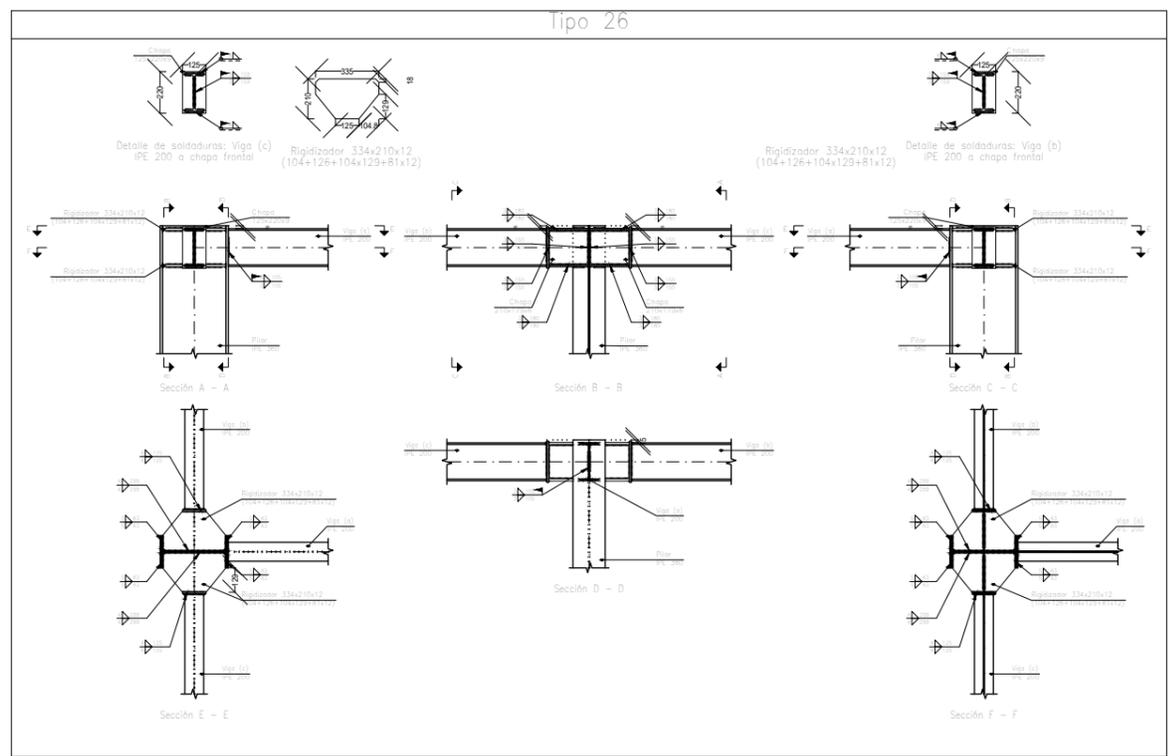


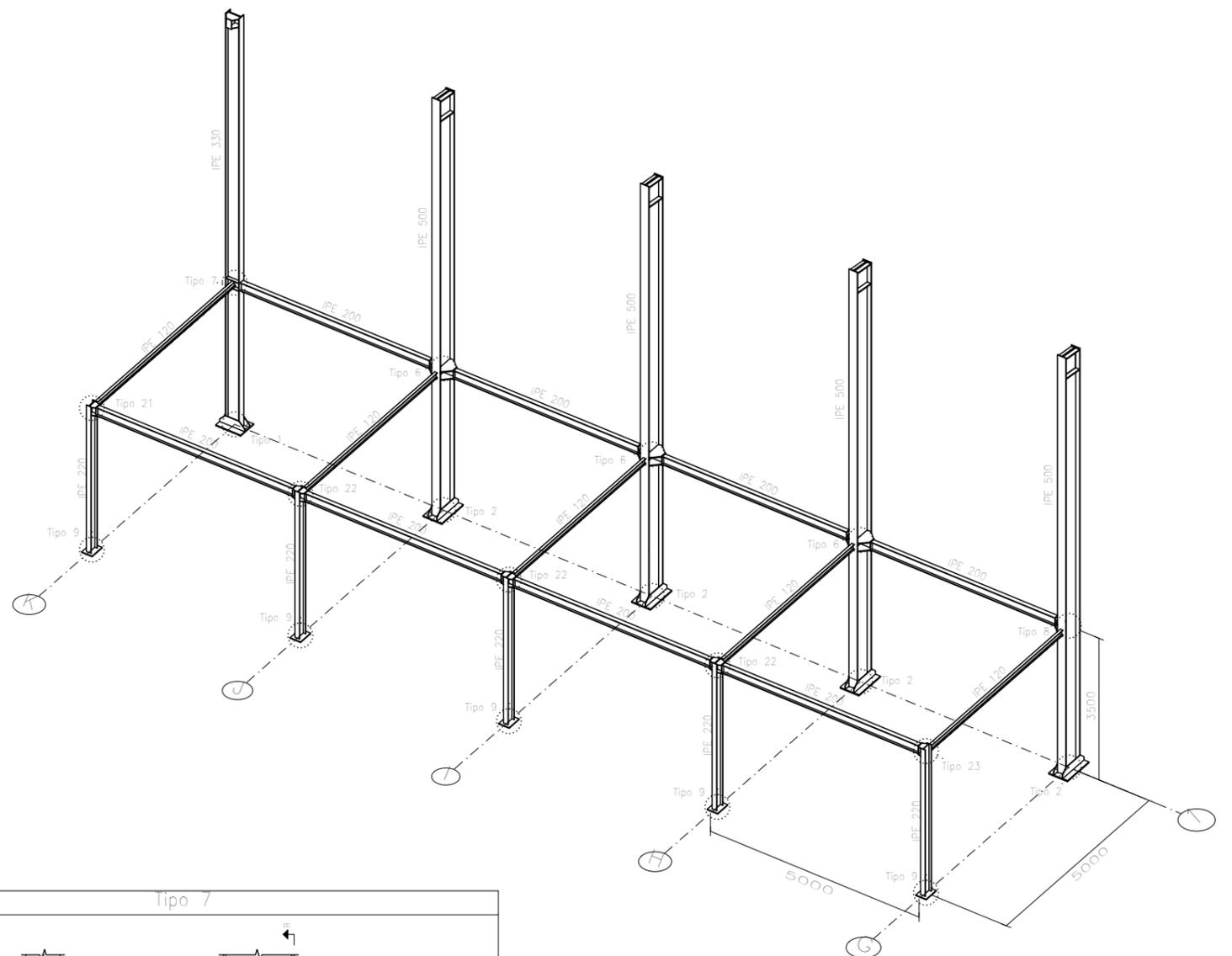
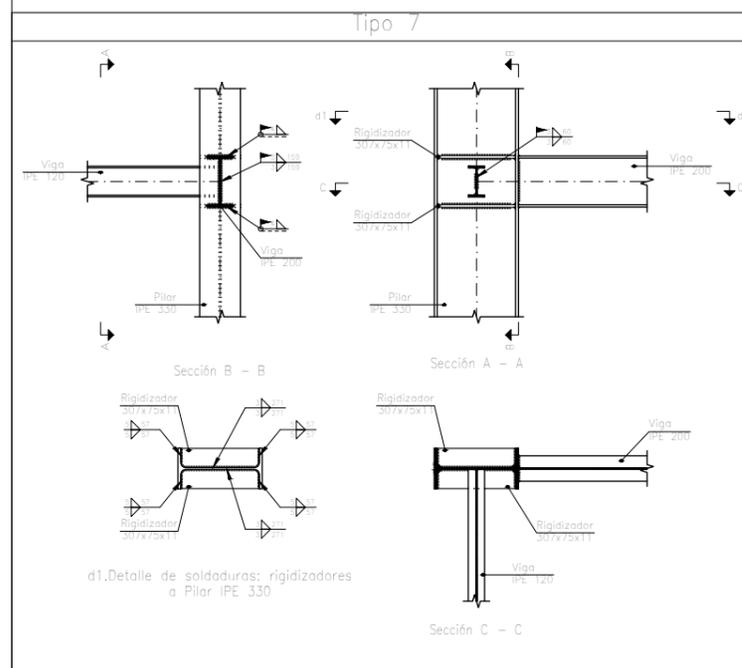
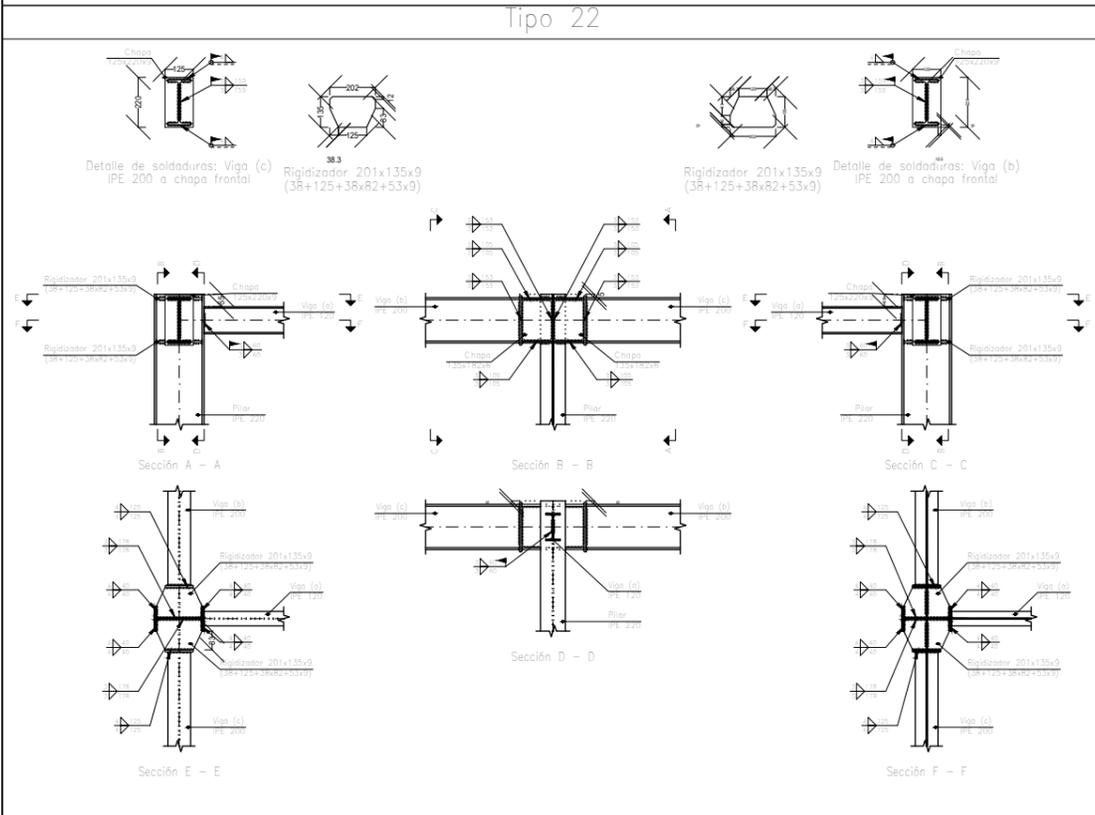
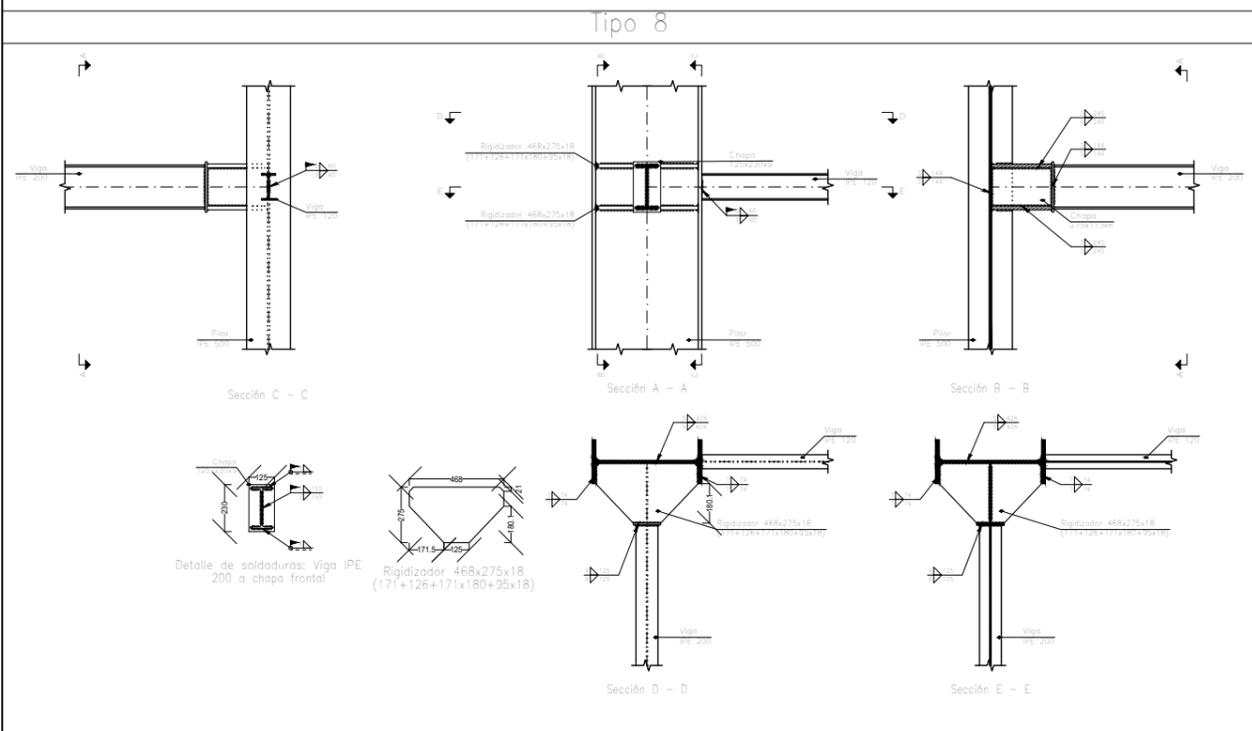


Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275



Nota: Todas las uniones entre IPE120 e IPE200 en la estructura de los vestuarios son del Tipo 27.





Nave TFG
 Cálculo de estructura para nave industrial del trabajo final de grado
 Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
 Acero laminado: S275