



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL EN ENTORNO BIM

Alumno: OLIVAS GÓMEZ, ISMAEL

Tutor: RODRÍGUEZ QUESADA, ALFONSO
Depto.: INGENERÍA MECÁNICA Y MINERA

JUNIO, 2018



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE
NAVE INDUSTRIAL EN ENTORNO
BIM**

Don ALFONSO RODRIGUEZ QUESADA, tutor del trabajo fin de grado titulado: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL EN ENTORNO BIM, que presenta ISMAEL OLIVAS GÓMEZ, autoriza su presentación para defensa y evaluación en la Escuela Politécnica Superior de Linares.

Linares, Junio de 2018

ALUMNO:

TUTOR:

Ismael Olivas Gómez

Alfonso Rodríguez Quesada

CONTENIDO

1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	7
1.1.	Objetivo del proyecto.....	7
1.2.	Antecedentes	7
1.3.	Ubicación	9
1.4.	Normas y reglamentación aplicable.....	10
1.5.	Descripción del proyecto y sus características.....	11
1.5.1.	Equipo industrial	11
1.5.2.	Distribución en planta e instalaciones.....	12
1.5.3.	Justificación de las soluciones adoptadas	13
2.	ANEXOS A LA MEMORIA DE CÁLCULO.	14
2.1.	Cálculos justificativos.....	14
2.1.1.	Calculo de estructuras.....	17
2.1.2.	Cálculo justificativo.....	28
2.1.3.	Cálculo de cimentaciones y soleras.	51
2.1.4.	Otros cálculos.	56
2.1.5.	Cálculo eléctrico	59
2.1.6.	Cálculo del alumbrado	60
2.2.	Protección contra incendios.	60
2.3.	Estudio de seguridad y salud	76
2.3.1.	Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido	76
2.3.2.	Datos generales.....	78
2.3.3.	Medios de auxilio.	79
2.3.4.	Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores	81
2.3.5.	Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar.....	82
2.3.6.	Identificación de los riesgos laborales evitables.....	99
2.3.7.	Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.....	100

2.3.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.	101
2.3.9. Trabajos que implican riesgos especiales.	102
2.3.10. Medidas en caso de emergencia.	102
2.3.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista.	103
2.4. Pliego de condiciones	103
2.5. Mediciones y presupuesto.....	110
3. PLANOS.....	115
4. ANEXO	125
5. BIBLIOGRAFIA.....	132

Tabla 1.1. Maquinaria necesaria.	11
Tabla 2.1. Características de la nave.	15
Tabla 2.2. Vida útil de cada estructura.	20
Tabla 2.3. Clases de exposiciones a la corrosión de la estructura.	20
Tabla 2.4. Situación persistente o transitoria.	23
Tabla 2.5. Situación persistente o transitoria (G1).	24
Tabla 2.6. Situación sísmica.	24
Tabla 2.7. Situación accidental.	25
Tabla 2.8. Situación accidental de incendio.	26
Tabla 2.9. Características del material seleccionado.	28
Tabla 2.10. Valores de cálculo.	29
Tabla 2.11. Características del material.	29
Tabla 2.12. Valores de cálculo.	30
Tabla 2.13. Características perfil HEA-320.	30
Tabla 2.14. Características del perfil IPE-330.	35
Tabla 2.15. Características del perfil HEA-180.	40
Tabla 2.16. Características perfil IPE-160.	45
Tabla 2.17. Características perfil IPE-140.	46
Tabla 2.18. Características perfil IPE-160.	49
Tabla 2.19. Clases generales de exposición relativa a la corrosión de las armaduras.	52
Tabla 2.20. Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro de la corrosión.	52
Tabla 2.21. Valores de cálculo.	54
Tabla 2.22. Comprobación de la zapata.	55
Tabla 2.23. Comprobación a resistencia.	57
Tabla 2.24. Comprobación geométrica de soldadura.	59
Tabla 2.25. Comprobación de resistencia de soldadura.	59
Tabla 2.26. Clasificación de líquidos.	62
Tabla 2.27. Materiales_1.	63
Tabla 2.28. Materiales_2.	64
Tabla 2.29. Materiales_3.	66
Tabla 2.30. Materiales_4.	67
Tabla 2.31. Materiales_5.	69

Tabla 2.32. Materiales_6.	70
Tabla 2.33. Materiales_7.	72
Tabla 2.34. Materiales_8.	73
Tabla 2.35. Nivel de riesgo intrínseco.	73
Tabla 2.36. Presupuesto del acondicionamiento del terreno.	111
Tabla 2.37. Presupuesto de la cimentación y solera.	111
Tabla 2.38. Presupuesto de saneamiento y conexiones.	112
Tabla 2.39. Presupuesto estructura metálica.....	112
Tabla 2.40. Presupuesto de cubierta.	112
Tabla 2.41. Presupuesto de cerramiento.	113
Tabla 2.42. Presupuesto de Entreplanta.....	113
Tabla 2.43. Presupuesto de maquinaria.	114
Tabla 2.44. Presupuesto exterior.	114
Tabla 2.45. Presupuesto total.....	114

FIGURA: 1.1. Naves a comienzos de la revolución industrial.....	7
FIGURA: 1.2. Uso variado de las naves industriales como supermercados.	8
FIGURA: 1.3. Uso variado de las naves industriales como almacenes.....	9
FIGURA: 1.4. Lugar de ubicación respecto a Burunchel.....	9
FIGURA: 1.5. Lugar de emplazamiento.....	10
FIGURA: 1.6. Parcela de emplazamiento.	10
FIGURA: 2.1. Pórtico central.....	15
FIGURA: 2.2. Arriostramiento.....	16
FIGURA: 2.3. Pórtico de fachada.....	16
FIGURA: 2.4. Nave estructural en 3D.	17
FIGURA: 2.5. Tensión-deformación del acero.	18
FIGURA: 2.6. Mapa de viento en la Península y las Islas.	19
FIGURA: 2.7. Dirección del viento dependiendo del ángulo de incidencia.	21
FIGURA: 2.8. Mapa de zonas de nieve.....	21
FIGURA: 2.9. Pórtico basado en el cálculo.	26
FIGURA: 2.10. Pórtico de cálculo en vista frontal.	27
FIGURA: 2.11. Cimentación en pilar.....	56
FIGURA: 2.12. Cimentación total de la nave.....	56

FIGURA: 2.13. Edificio tipo C.....	61
FIGURA: 4.1. Zanjas para las vigas de atado.	126
FIGURA: 4.2. Introducción de hormigón HA.....	126
FIGURA: 4.3. Forjado para cimentación.	127
FIGURA: 4.4. Colocación de placas de anclaje y encofrado de la cimentación. ..	127
FIGURA: 4.5. Placa de anclaje.....	128
FIGURA: 4.6. Armazón estructural de la oficina.....	128
FIGURA: 4.7. Correa de cubierta.....	129
FIGURA: 4.8. Arriostramiento lateral.....	129
FIGURA: 4.9. Rigidizador en la base de los pilares.....	130
FIGURA: 4.10. Correas laterales.....	130
FIGURA: 4.11. Pórticos colocados en situación.	131
FIGURA: 4.12. Colocación de paneles sándwich.	131

ECUACIONES

(1).....	22
(2).....	22
(3).....	22
(4).....	28
(5).....	53
(6).....	53
(7).....	53
(8).....	54
(9).....	61
(10).....	74

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. Objetivo del proyecto

El proyecto al que se procede a redactar, se pretende instalar en la localidad de Burunchel (Jaén), para la construcción y adecuación de la nave industrial para el montaje de carrocerías, taller de pintura y reparación de vehículos (agrícolas, vehículos pesados,...).

1.2. Antecedentes

Las naves industriales nacieron durante el siglo XVIII, con el inicio de la Revolución Industrial. Las ciudades se transformaron sustancialmente: aparecieron las grandes chimeneas, los obreros y las fábricas. La sociedad se industrializó y, con ella, el paisaje urbano de las ciudades, gobernadas por fábricas y naves industriales.

Los gremios fueron desapareciendo lentamente, sustituidos por las grandes fábricas, en las que el trabajo a mano se complementaba con sofisticada maquinaria que un siglo atrás habría parecido cosa de brujería. Las fábricas se impusieron a la economía y con ellas aparecieron las naves industriales, un apoyo para la producción en serie que había nacido con el estallido de la Revolución Industrial.

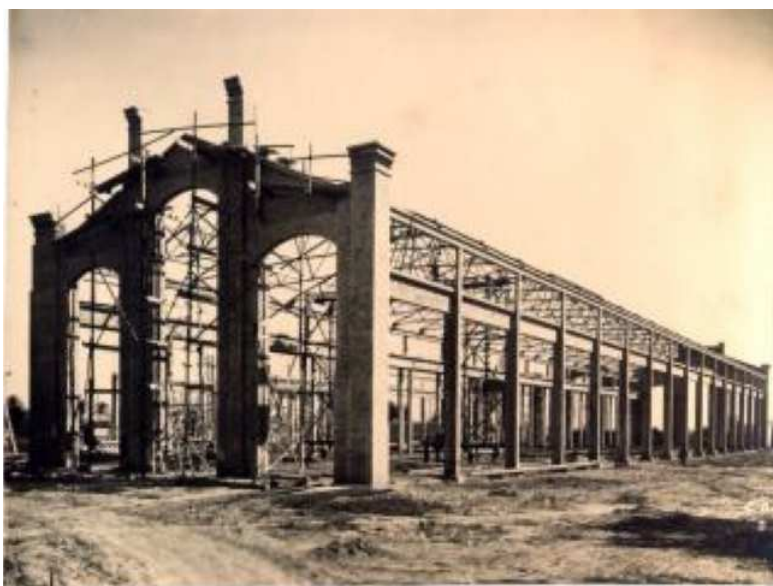


FIGURA: 1.1. Naves a comienzos de la revolución industrial.

Las primeras naves industriales eran espacios pocos diáfanos, con una iluminación y una ventilación muy pobre. Las estructuras de estas naves industriales solían ser de madera y se apoyaban en muros de carga, coronadas por bóvedas cuyo peso se distribuía en vigas de maderas que al principio no podían estar a más de seis metros entre ellas.

La arquitectura fue evolucionando a medida que lo hacían las necesidades de una economía industrializada, y se aprovechó de los desarrollos de la industria siderúrgica para mejorar las estructuras de los nuevos edificios, incluidas fábricas y naves industriales. Gracias a estos avances en el sector del acero, se pudieron construir naves industriales más diáfanas y más luminosas y ventiladas.

A esos avances les siguió la invención del hormigón armado, un hormigón prefabricado muy resistente que con el paso de los años ganó mucho terreno en el ámbito industrial, en especial en la construcción de naves industriales.

Actualmente la mayoría de las naves industriales están construidas con hormigón armado o están construidas prácticamente en su totalidad con metal, y están situadas en los polígonos industriales. Su proliferación a partir de los años noventa hizo necesaria una legislación para regular dónde se construían las naves industriales y qué tipo de actividades podían albergar, que a día de hoy, tanto pueden ser naves industriales (almacenes) como comerciales (supermercados).



FIGURA: 1.2. Uso variado de las naves industriales como supermercados.



FIGURA: 1.3. Uso variado de las naves industriales como almacenes.

1.3. Ubicación

La nave se situará a las afueras de la población, dirección carretera del palomar S/N, carretera JA-8105 sobre el punto kilométrico número 1.5 Km.

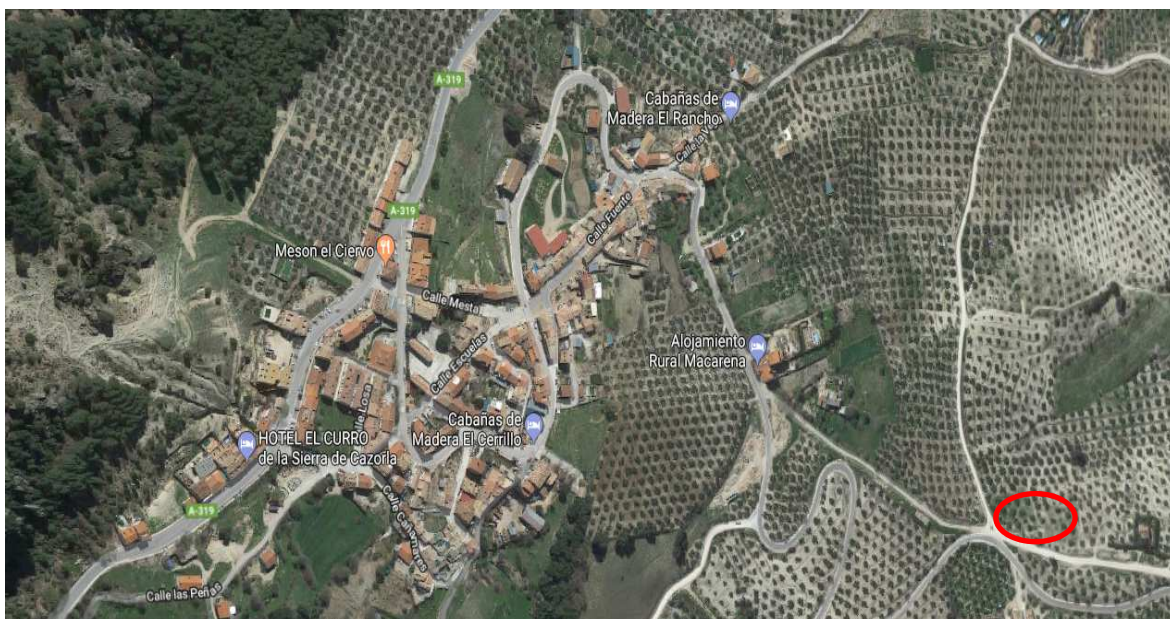


FIGURA: 1.4. Lugar de ubicación respecto a Burunchel.



FIGURA: 1.5. Lugar de emplazamiento.

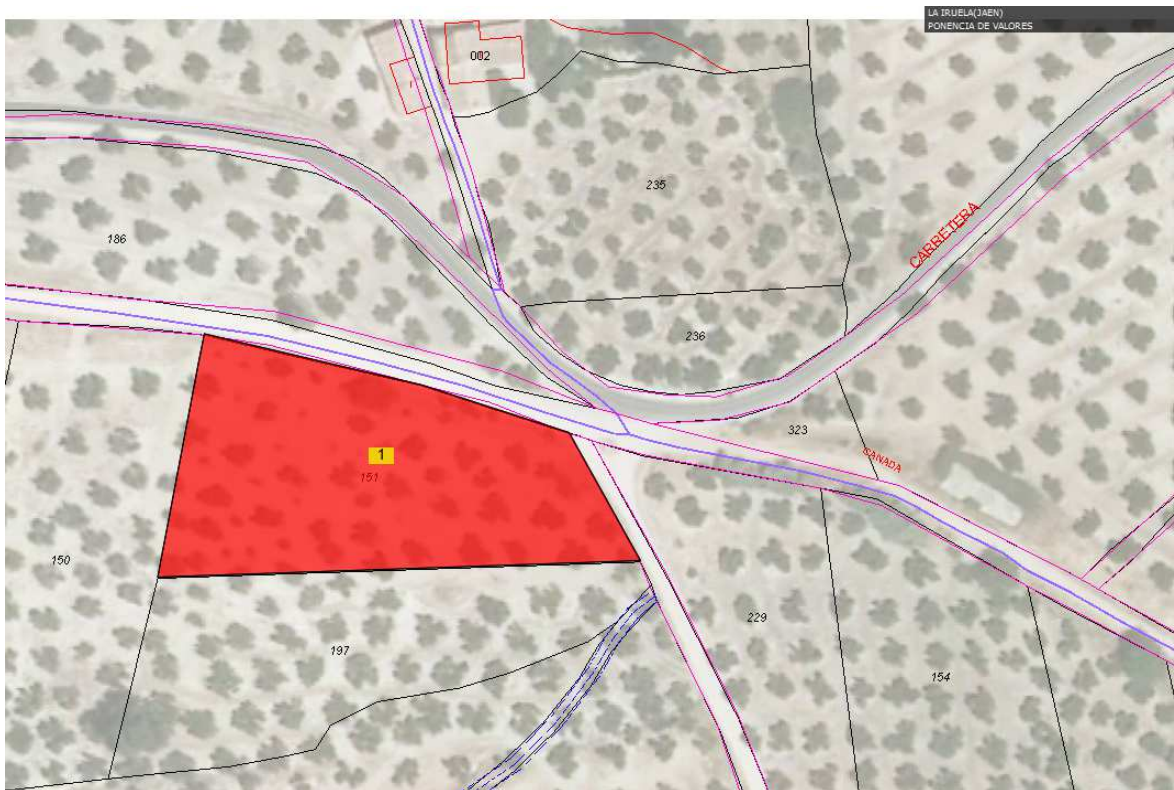


FIGURA: 1.6. Parcela de emplazamiento.

1.4. Normas y reglamentación aplicable.

En el presente proyecto se pretende cumplir con las siguientes normas:

- CTE DB SE:

- CTE DB SE-AE: SOBRECARGA DE VIENTO Y NIEVE
- CTE DB SE-A: ACERO CONFORMADO/ LAMINADO
- EAE
- EHE-08
- CTE DB SE-C: CIMENTACION
- CTE DB SI: FUEGO

1.5. Descripción del proyecto y sus características.

1.5.1. Equipo industrial

Las características técnicas de las maquinas que se instalarán en esta nave son las que se pueden observar en la Tabla 1.1:

MÁQUINAS	POTENCIA (Kw)
Soldadura (por puntos, eléctrica,...)	4.5 Kw
Plegadora de chapa	20 Kw
Taladro sobre banco	3 Kw
Lijadora portátil	2.5 Kw
Curvadora	2 Kw
Electroesmeriladora	0.5 Kw
Compresor de aire	5.5 Kw
Cabina de pintura	13 Kw
Cizalladora	7.5 Kw
Radial	1.5 Kw
Herramientas manuales	***

Tabla 1.1. Maquinaria necesaria.

1.5.2. Distribución en planta e instalaciones

- Terrenos y accesos:

A lo que se refiere a parcelas que ocupa la nave industrial corresponde al polígono 31 y a la parcela 151 del término Burunchel, perteneciente a La Iruela (Jaén).

La implementación de esta nave tiene una idea principal de acceso mediante, una puerta corredera que permita entrar y salir de la linde cercada perimetralmente. Hablando de las calles, tendrán un sentido a las agujas del reloj (indicado mediante flechas en el pavimento de la nave), la zona de los aparcamientos será anchurosa, teniendo en cuenta las personas minusválidas o con alguna dificultad. La iluminación exterior, se instalarán farolas led con el fin de dar mayor iluminación y ahorro. De principio no se ha planteado instalar una zona de control para la entrada y salida, aunque, si se le ha dejado un espacio para la posibilidad en un futuro cercano. Se dispondrá de un sistema de báscula para controlar el pesaje de los vehículos acabados (obligatorio por ley, llevarlos a una zona de medición), localizándolo en el interior de la nave junto al portón localizado junto a las oficinas.

- Edificios:

Dispondremos de una nave rectangular de 38.4x21 metros con una cumbrera a dos aguas, llegando hasta los 8.5 metros de alto con una pendiente del 5.44%.

En la cimentación dispondremos de dos tipos de hormigón, el primero de ellos llamado, hormigón de limpieza tendrá las siglas (HM), encargado de nivelar la cimentación y que el hormigón principal se sienta sobre este homogenizando el segundo, el segundo tipo de hormigón utilizado es necesario para la creación de la zapata, con las siglas (HA) presenta mayor dureza que el anterior.

Los materiales elegidos para los cerramientos son los siguientes:

- Un muro de hormigón hasta una altura de 3 metros alrededor de toda la nave, con el fin de provocar un toque de atención a los clientes o personas externas a la nave, con un punto vanguardista y estilo (dejando ver ladrillos por la cara exterior de la nave).
- En los laterales y fachadas implantamos paneles de sándwich, para un mejor acabado (con el fin de que resulte más llamativo).

- En la cumbrera al igual que el anterior el cerramiento es con paneles sándwich y además se dispondrá de zonas translucidas cada cierta distancia, con el fin de iluminar el interior de la nave.

Por dentro, en la zona de la oficina se aislara con una cristalera y paneles insonorizados en el techo de la oficina.

Colocaremos una valla de hierro alrededor de toda la superficie, limitando la linde, a lo que se refiere a puertas, se localizaran dos peatonales tanto en la zona de las oficinas con el otro extremos para el taller, al igual nos encontraremos portones junto a estos de 5.5x5 metros.

- Servicios:

Dentro de este apartado trataremos los servicios de redes de agua, instalación eléctrica y la iluminación:

- Redes de agua, serán consumidas para la limpieza de cualquier objeto, llenado de alguna bañera o cualquier otra necesidad, excluyendo todo el rato la ingesta del agua en el humano.
- Instalación eléctrica, necesaria para alimentar a todas las farolas exteriores a la nave, maquinaria de trabajo, iluminaria interior de la nave e incluso en las habitaciones en la parte de las oficinas.
- Iluminación natural en la zona de trabajo, es decir tanto en taller como oficinas son llevadas a cabo por paneles translucidos localizados en la cubierta a cierta distancia uno de otro para intentar que penetre la máxima luz solar. Por otro lado con la luz artificial, la colocaremos en taller y oficinas para el uso de ellas en ausencia de luz natural.

1.5.3. Justificación de las soluciones adoptadas

Con la consulta a la población de los alrededores, llegamos a implantar la nave en esta localidad, Burunchel (Jaén), con los siguientes motivos:

- Como el trabajo principal de esta nave es la fabricación de cajas basculantes o fijas, la necesidad principal del mercado en esta zona es la fabricación de bañeras para camiones, tractores, coches, etc. Lo que pretendemos es cubrir esa necesidad con el máximo número de cajas de distintos tamaños y necesidades,

debido que la mayoría de las actuales están oxidas, destrozadas e incluso algunos tienen la necesidad de tener más de una.

- Con la creación de la nave se pretende tener las últimas tecnologías posibles, tanto como permita la economía y/o presupuesto, tener las mínimas herramientas o máquinas para cada caso de trabajo.
- Debido a que la empresa más cercana con las mismas características que está localizada a más de 100 Kms, pretendemos captar a clientes de la zona ya que podrán ver el montaje del pedido realizado a diario sin necesidad de desplazarse a largas distancias, o el momento de la entrega del pedido ir a recogerlo o importes del traslado al destino del cliente con elevado precio.
- Presentación de productos diferentes al mercado, que capten a los clientes de la zona o de cualquier ciudad.

2. ANEXOS A LA MEMORIA DE CÁLCULO.

2.1. Cálculos justificativos

Para comenzar en este capítulo procedemos al cálculo de una nave industrial metálica, la ventaja de esta, es por si algún motivo la nave empieza a debilitarse, en la estructura se produce un momento de plastificación donde al final acabará por colapsar y derrumbarse, mientras otros tipos de estructuras llegan al colapso sin pasar por el estado de plasticidad.

La nave industrial de este proyecto, no presenta ninguna construcción colindante a la parcela de construcción, con una superficie construida aproximada de unos 806.4 m², presenta una cubierta a dos aguas, la cual presenta alrededor de los 5.44° grados de inclinación y una pendiente aproximada de 9.524%.

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
Superficie de la parcela	3541 m ²
Longitud de la nave	38.4 m
Ancho de la nave	21 m

Altura hasta cabeza pilar (laterales)	7.5 m
Altura de cumbrera	8.5 m
Altura de la oficina	3 m
Longitud de los vanos (de pórtico a pórtico)	4.8 m
Distancia entre correas de cubierta	1.25 m
Distancia entre correas, cerramiento lateral	1.5 m

Tabla 2.1. Características de la nave.

Para el montaje estructural hemos seleccionado aceros laminados en frío, en los pilares (excluyendo la oficina) seleccionados del tipo HEA y para los pórticos del tipo IPE, estos últimos cartelados por la parte inferior, tanto al principio como al fin de estas vigas, por último para el cerramiento utilizaremos correas del tipo ZF y en los arriostramientos cruces de San Andrés con tirantes redondos de 10 mm de diámetro ($\emptyset$). Para las oficinas utilizamos tanto pilare como vigas del tipo IPE.

En las zapatas utilizamos un hormigón de limpieza para homogenizar y posteriormente un forjado que de consistencia a la cimentación de los pilares estructurales.

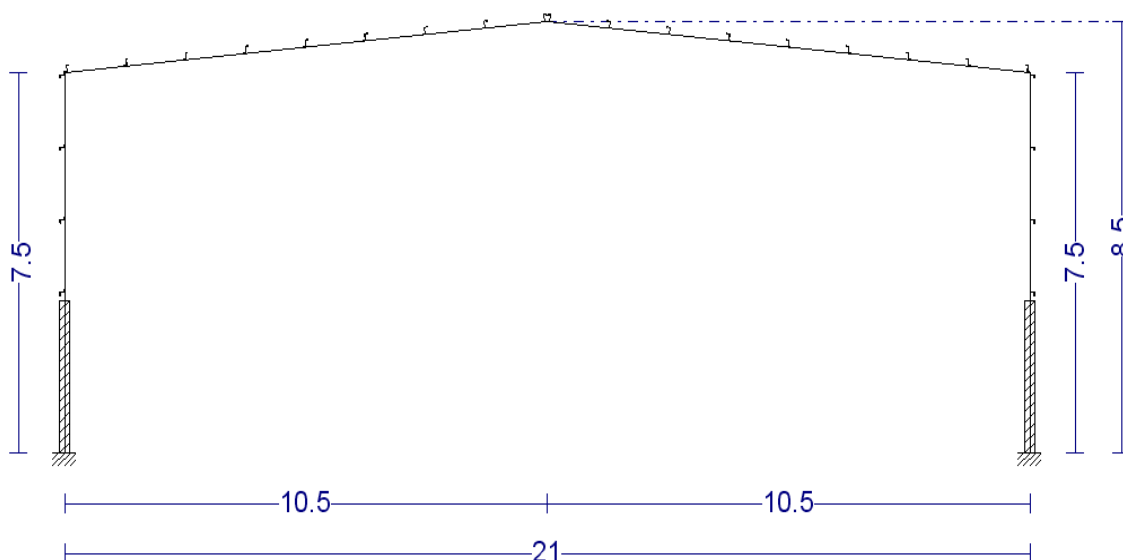


FIGURA: 2.1. Pórtico central.

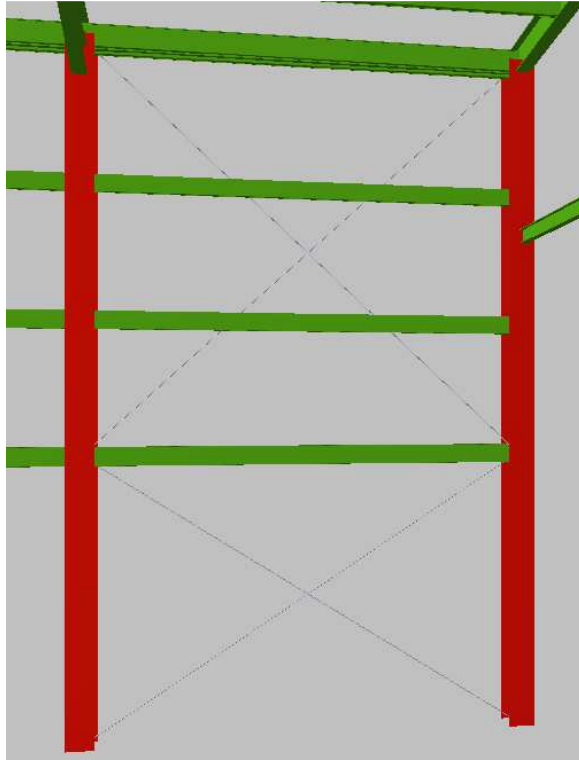


FIGURA: 2.2. Arriostramiento.

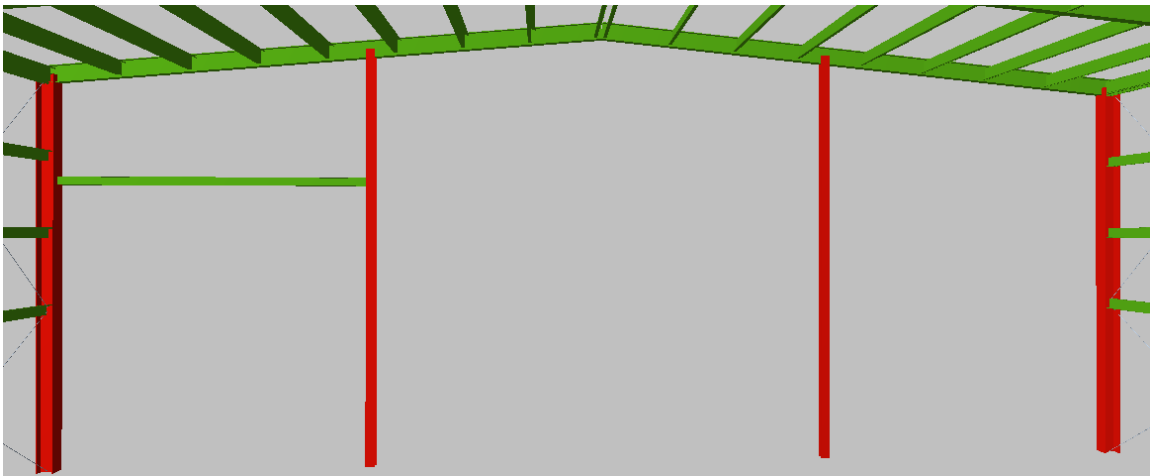


FIGURA: 2.3. Pórtico de fachada.

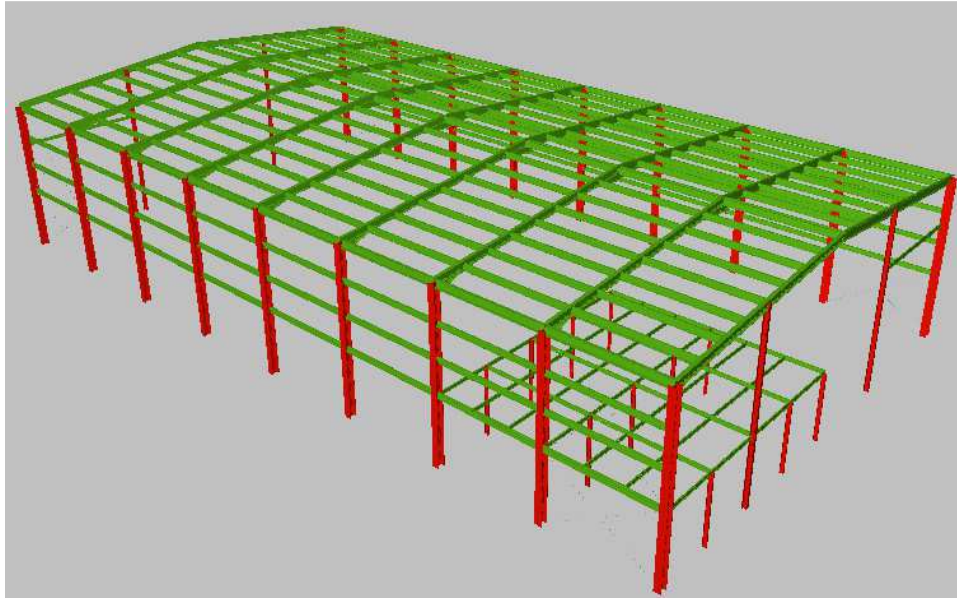


FIGURA: 2.4. Nave estructural en 3D.

Para realizar los cálculos de la estructura utilizamos los prontuarios de vigas y secciones, por otro lado hemos seguido las pautas de la EHE-08, EAE, entre otras. Para el cálculo ha sido necesario el ordenador como maquina principal para el cálculo, desarrollo y montaje de la estructura.

2.1.1. Calculo de estructuras

En el cálculo de la estructura, comenzaremos por seleccionar el material con el que construiremos la nave del proyecto, entre todas las clases de estructuras posibles hemos escogido la de estructura metálica, ya que esta permite predecir por donde va a partir el material, observándose una deformación, provocado por un exceso de tensión en el material, el cual pasa de estado elástico a plástico hasta que al final pueda llegar a la fractura de este, en el caso de que una estructura llegue al estado plástico es obligatorio el desalojo completo de esta por la parte de los usuarios.

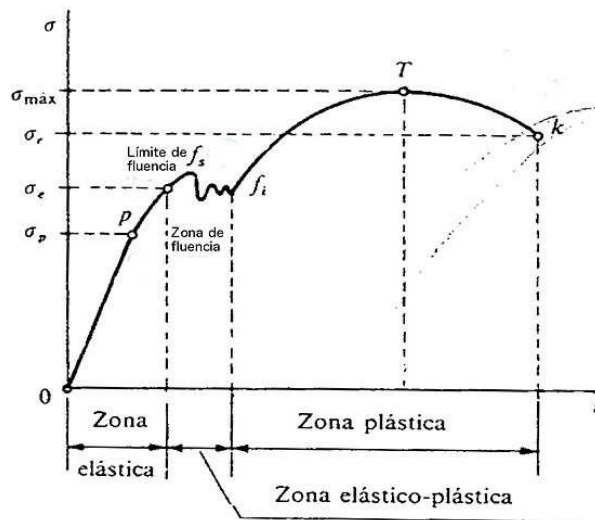


FIGURA: 2.5. Tensión-deformación del acero.

Por otra parte en el aspecto económico puede ser que el tipo de estructura metálica no sea el más conveniente con su alto coste es uno de los más caros, con un acabado estético al gusto del consumidor, ya que pueden ser pintados del color que se desee a diferencia de otros materiales.

Al igual como introdujimos en apartado anterior, los perfiles seleccionados son los siguientes:

- Pórticos: IPE, con cartelas inferiores en cada extremo de este, excluyendo las cartelas tanto en la cercha primera como la última.
- Pilares: tipo HEA para todos los pórticos de la estructura.
- Correas: tanto para las laterales como las de cubierta el tipo seleccionado es ZF.
- Arriostramiento: cruces San Andrés tanto en el lateral como en cubierta con hilos de Ø 10 mm y vigas IPE.
- Cubierta: utilización de panel sándwich y panel translucido de espesor 40 mm.
- Cerramiento: panel sándwich de 40 mm.
- Métodos de unión:
 - Atornillada: constituido por tuerca arandela y tuerca, donde todas se encuentran normalizadas.
 - Soldadura: la mayoría de las soldaduras realizadas son con electrodos recubiertos, el cual aporta material adicional entre las dos piezas a unir.

Para comenzar el cálculo seleccionamos el tipo de cubierta, pórtico rígido, debido a la cantidad de elementos necesarios es el más utilizado, para estructura utilizamos el tipo

de acero S275 con un módulo de elasticidad del acero de 210000 N/mm². Por otro lado, las acciones en tener en cuenta:

- Viento:

La zona eólica donde situaremos la nave se encuentra localizada en la zona A, con una velocidad básica del viento a 26 m/s, esta elección es debido a que Burunchel lugar del emplazamiento, perteneciente a la provincia de Jaén y este a su vez se encuentra en la zona A, el lugar de construcción es un lugar de grado de aspereza 4 (zona urbana, industrial o forestal), la nave dispondrá de una vida útil de unos 50 años, teniendo en cuenta las condiciones física y químicas de la zona y condiciones meteorológicas adversas.

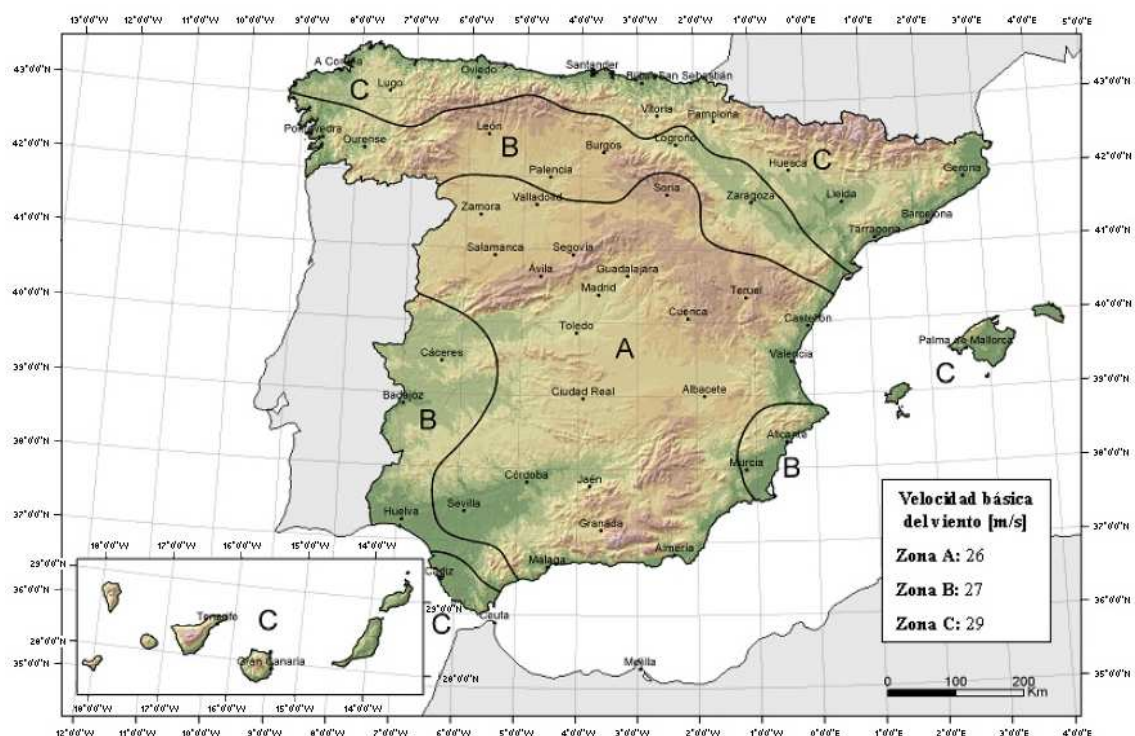


FIGURA: 2.6. Mapa de viento en la Península y las Islas.

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal ⁽²⁾	Entre 3 y 10 años
Elementos estructurales reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías).	Entre 10 y 25 años
Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas.	Entre 15 y 50 años
Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10 metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media.	50 años
Edificios de carácter monumental o de importancia especial.	100 años
Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta.	100 años

Tabla 2.2. Vida útil de cada estructura.

Designación	Clase de exposición (corrosividad)	Pérdida de masa por unidad de superficie/pérdida de espesor (tras el primer año de exposición)				Ejemplos de ambientes típicos en un clima templado	
		Acero de bajo contenido en carbono		Cinc		Exterior	Interior
		Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor μm	Pérdida de masa g/m ²	Pérdida de espesor μm		
C1	Muy baja	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Edificios con calefacción y con atmósferas limpias, por ejemplo: oficinas, tiendas, colegios, hoteles.
C2	baja	> 10 y hasta 200	> 1,3 y hasta 25	> 0,7 y hasta 5	> 0,1 y hasta 0,7	Atmósferas con bajos niveles de contaminación. Áreas rurales en su mayor parte.	Edificios sin calefacción donde pueden ocurrir condensaciones, por ejemplo: almacenes, polideportivos.
C3	Media	> 200 y hasta 400	> 25 y hasta 50	> 5 y hasta 15	> 0,7 y hasta 2,1	Atmósferas urbanas e industriales, con moderada contaminación de dióxido de azufre. Áreas costeras con baja salinidad.	Naves de fabricación con elevada humedad y con algo de contaminación del aire, por ejemplo: plantas de procesamiento de alimentos, lavanderías, plantas cerveceras, plantas lácteas. Interior de puentes-cajón.
C4	Alta	> 400 y hasta 650	> 50 y hasta 80	> 15 y hasta 30	> 2,1 y hasta 4,2	Áreas industriales y áreas costeras con moderada salinidad.	Plantas químicas, piscinas, barcos costeros y astilleros.

Tabla 2.3. Clases de exposiciones a la corrosión de la estructura.

Los huecos tanto en el frente como en el posterior, o lo que es lo mismo, aberturas localizadas a 90 y 270 grados parcialmente abiertos y otros huecos en el lateral a 0 grados, totalmente cerrado. Siguiendo la norma CTE DB-SE AE.

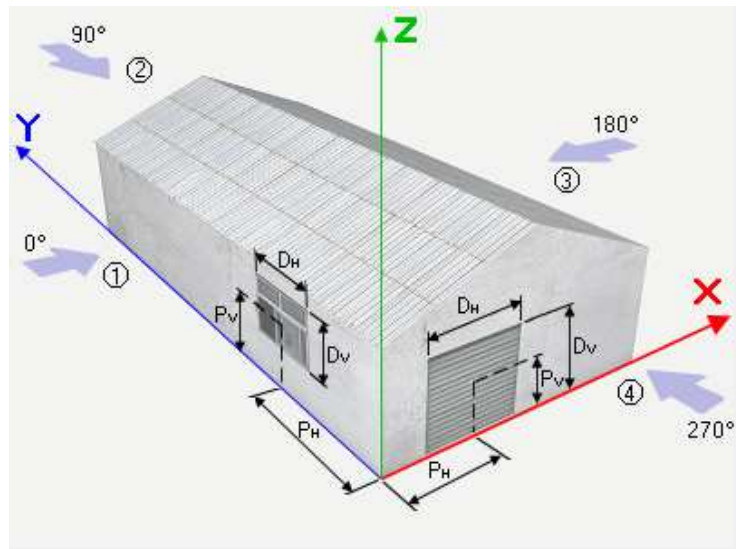


FIGURA: 2.7. Dirección del viento dependiendo del ángulo de incidencia.

- Nieve:

La zona de emplazamiento pertenece a la zona número 6, la altitud topográfica de la ubicación es de unos 974 metros aproximadamente, siendo inferior a 1000 metros siguiendo la norma CTE DB-SE AE, como se observa en la figura 2.8:

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

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



FIGURA: 2.8. Mapa de zonas de nieve.

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

- Situaciones persistentes o transitorias:

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

- Situaciones sísmicas

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki} \quad (2)$$

- Situaciones accidentales

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Ad} A_d + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki} \quad (3)$$

- Dónde:

G_k -> Acción permanente

P_k -> Acción de pretensado

Q_k -> Acción variable

A_E -> Acción sísmica

A_d -> Acción accidental

γ_G -> Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P -> Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

γ_{Q,1} -> Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

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

γ_{AE} -> Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

γ_{Ad} -> Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental

$\psi_{p,1}$ -> Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$ -> Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	1.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500
Temperatura (T)	0.000	1.500	1.000	0.600
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Tabla 2.4. Situación persistente o transitoria.

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.500	0.000	0.000

Persistente o transitoria (G1)				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.500	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.500	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.500	0.000	0.000
Empujes del terreno (H)	0.700	1.350	-	-

Tabla 2.5. Situación persistente o transitoria (G1).

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.600	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.000	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.000

Tabla 2.6. Situación sísmica.

Accidental				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.500	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-
Accidental (A)	1.000	1.000	-	-

Tabla 2.7. Situación accidental.

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Pretensado, armadura postesa (PST)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso A)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.500	0.300
Sobrecarga (Q - Uso C)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso D)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso E)	0.000	1.000	0.700	0.600
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G2)	0.000	1.000	0.000	0.000
Retracción (R)	1.000	1.000	-	-
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000
Temperatura (T)	0.000	1.000	0.500	0.000
Empujes del terreno (H)	1.000	1.000	-	-

Tabla 2.8. Situación accidental de incendio.

Según la EAE los estados límites son aquellas situaciones que no deben ser superadas, en caso contrario puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para la que ha sido diseñada, los estados límites últimos y de servicio (E.L.U. y E.L.S.) son los que hay que tener que comprobar en una estructura, para el cálculo de los pórticos consideramos aquellos los cuales encontramos centrados en la nave:

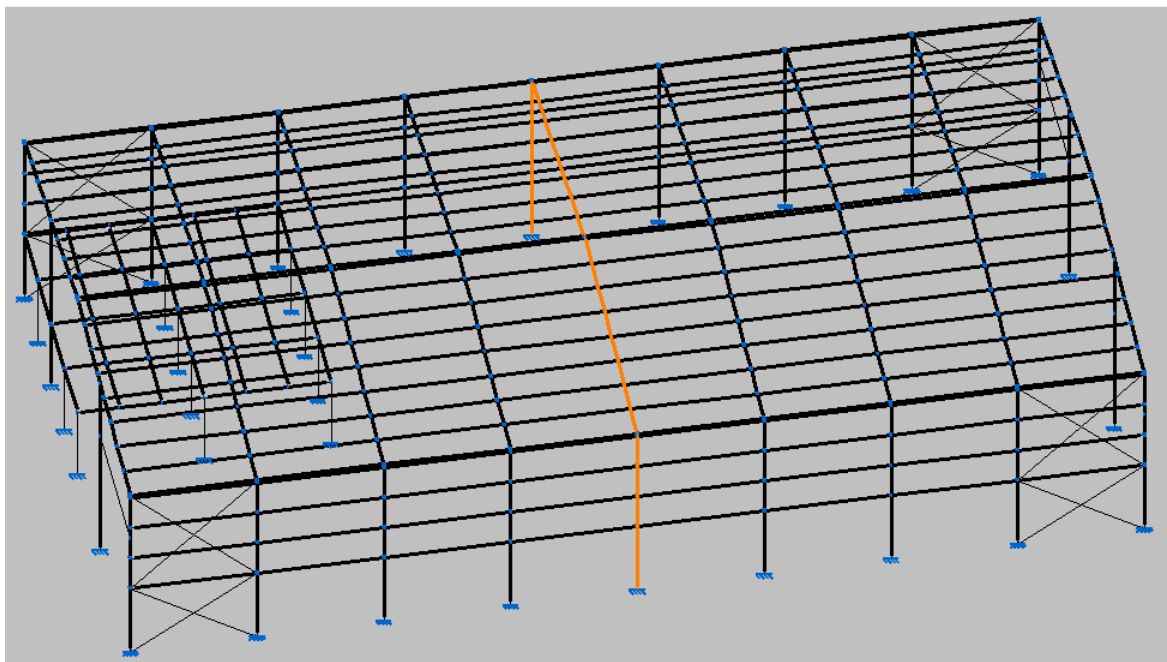


FIGURA: 2.9. Pórtico basado en el cálculo.

El motivo por seleccionar este es debido a que es el que mayor carga soporta, ya que soporta la carga, mitad del pórtico situado a la derecha más otra mitad del pórtico situado a la izquierda.

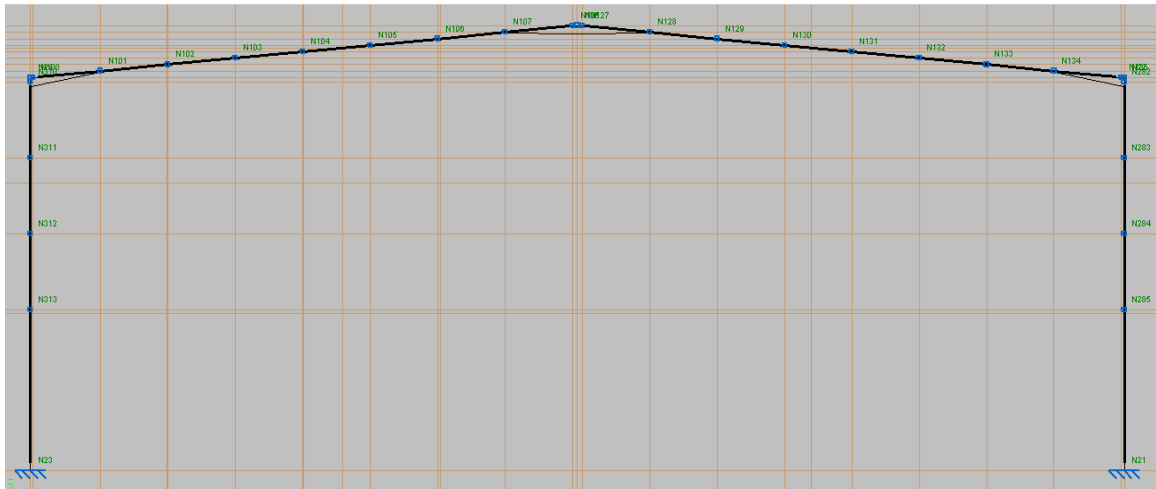


FIGURA: 2.10. Pórtico de cálculo en vista frontal.

Sobre las acciones que intervienen en el cálculo estructural podemos diferenciar entre acciones permanentes, son todas aquellas que interfieren en cualquier momento sobre la nave y con magnitud constante, como lo son:

- **Peso propio de la estructura:** En los que intervienen los elementos pilares, cerramientos, correas, arriostramientos y todas las vigas. El valor del peso propio es unos 19 KN/m.
- **Cargas:** En este tipo de acción permanente intervienen los cerramientos laterales como de la cubierta, ambos cerramientos están compuestos por paneles sándwich de unos 40 mm de espesor de estos. El valor de carga es de unos 42 KN/m.

Por otro lado en las acciones nos encontramos con las variables, las cuales intervienen en algún momento puntual o constante de corta duración:

- **Viento:** Esta acción es importante a considerar, debido al coeficiente de sustentación, cuando el aire pasa por el interior de la nave puede presentar una acción de succión y aplastar la nave, por Venturi. La carga que presenta un valor de 98 KN/m.
- **Nieve:** Como nos encontramos en una zona cercana a los 1000 metros de altitud, es una acción a tener muy en cuenta. Valor de carga 100 KN/m.
- **Sobrecargas puntuales:** Este tipo de sobrecargas se puede ocasionar entre otras al mantenimiento o construcción de la nave, donde se encuentra el personal encargado de montar la nave y/o todos los materiales centrados en un sitio puntual. Sobrecarga de 10 KN/m.

2.1.2. Cálculo justificativo

En el cálculo estructural realizado a mano, empezó con la simplificación del pórtico por la mitad, debido a que las cargas eran simétricas, lo que favorecían y simplifican mucho el cálculo, características para el cálculo son las siguientes:

- Módulo de elasticidad: $E=210000 \text{ N/mm}^2$
- Módulo de elasticidad transversal: $G=E/[2*(1+\nu)]$
- Coeficiente de Poisson: $\nu=0.3$
- Coeficiente de dilatación lineal: $\alpha= 1.2*10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
- Densidad: $\rho=7.850 \text{ Kg/m}^3$
- Coeficiente de fluencia del material seleccionado: $f_y=275 \text{ N/mm}^2$

Utilizando el método de las matrices de rigidez y simplificando dichas matrices se obtiene que cumpla para dicha estructura con un pilar de HEA-320:

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	HEA	HE 320 A	7.500	7.500	7.500	0.093	0.093	0.093	732.41	732.41	732.41

Tabla 2.9. Características del material seleccionado.

$$\frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_{pl,y}} \leq \frac{f_y}{\gamma} \quad (4)$$

Utilizando los valores obtenidos de las tablas de perfiles y los resultados obtenidos de las simplificaciones, siendo:

- $N \rightarrow$ Fuerza axil.
- $A \rightarrow$ Área del perfil.
- $M_y \rightarrow$ Momento flector en el eje Y.
- $W_{pl,y} \rightarrow$ Módulos resistentes plásticos en el eje Y.

- f_y -> Límite elástico en el eje Y
- γ -> Coeficiente de seguridad

Incógnita	Valor
N	99.824 KN
A	0.01244 m ²
M _y	238.498 KN*m
W _{pl,y}	0.001628 m ³
f _y	275000 KN/m ²
γ	1.05

Tabla 2.10. Valores de cálculo.

Con los datos de la anterior tabla obtenemos que cumpla, debido a que el valor de la izquierda de la ecuación es inferior al de la derecha:

$$154521.9803 \text{ KN/m}^2 \leq 261904.762 \text{ KN/m}^2$$

Al igual que el pilar HEA, pasaremos hacer lo mismo con el IPE, utilizando el método de las matrices de rigidez y simplificando dichas matrices se obtiene que cumpla para dicha estructura con una viga de IPE-330, pero antes de comenzar el cálculo hay que considerar que las cargas no se encuentran perpendicular a la viga, con lo que el uso del ángulo se recolocan con un nuevo valor y perpendicular a la zona de cálculo (viga), siguiendo el mismo criterio que la ecuación 4:

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 330, Simple con cartelas	10.548			0.110			588.74		
					10.548			0.110			588.74	
					10.548			0.110			588.74	

Tabla 2.11. Características del material.

Utilizando los valores obtenidos de las tablas de perfiles y los resultados obtenidos de las simplificaciones, siendo:

- N -> Fuerza axil.
- A -> Área del perfil.

- M_y -> Momento flector en el eje Y.
- $W_{pl,y}$ -> Módulos resistentes plásticos en el eje Y.
- f_y -> Límite elástico en el eje Y
- γ -> Coeficiente de seguridad

Incógnita	Valor
N	69.38 KN
A	0.006261 m ²
M_y	116.851 KN*m
$W_{pl,y}$	0.0008043 m ³
f_y	275000 KN/m ²
γ	1.05

Tabla 2.12. Valores de cálculo.

Con los datos de la anterior tabla obtenemos que cumpla, debido a que el valor de la izquierda de la ecuación es inferior al de la derecha:

$$156364.1516 \text{ KN/m}^2 \leq 261904.762 \text{ KN/m}^2$$

Para comprobar los cálculos realizados a mano se cumplan con un mayor porcentaje de aproximación a la realidad, haremos uso del software CYPE:

- Pilar HEA-320:

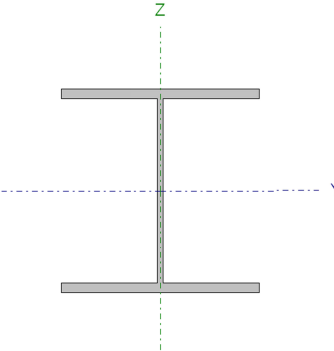
Perfil: HE 320 A							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N282	N22	7.5	124.40	22930.00	6985.00	108.00
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.20	0.64	1.00	18.75		
	L _K	0.016	0.051	0.080	1.500		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabla 2.13. Características perfil HEA-320.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.034} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N282, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

$$\mathbf{N_{c,Ed}} : \underline{107.16} \text{ kN}$$

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

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

$$\mathbf{N_{c,Rd}} : \underline{3258.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$\mathbf{A} : \underline{124.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.744} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{317.43} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{58.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{426.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,y}$:** 1628.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.038} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^+ :** 7.09 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}^- :** 6.97 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} \quad M_{c,Rd} : \underline{185.87} \text{ kN·m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **$W_{pl,z}$:** 709.70 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.109} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

V_{Ed} : 67.56 kN

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

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

V_{c,Rd} : 622.46 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v : 41.17 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 310.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 9.00 mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.777 ✓

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

η : 0.777 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.481 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N22, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

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

N_{c,Ed} : 106.99 kN

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

M_{y,Ed}⁺ : 317.43 kN·m

M_{z,Ed}⁻ : 0.01 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

N_{pl,Rd} : 3258.10 kN

M_{pl,Rd,y}, **M_{pl,Rd,z}**: Resistencia a flexión de la sección bruta en

M_{pl,Rd,y} : 426.38 kN·m

condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,z} :$	<u>185.87</u>	kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)			
A: Área de la sección bruta.	A :	<u>124.40</u>	cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} :	<u>1628.00</u>	cm ³
	W_{pl,z} :	<u>709.70</u>	cm ³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} :	<u>261.90</u>	MPa
$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$			
Siendo:			
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y :	<u>275.00</u>	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	<u>1.05</u>	
k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacción.			
$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	k_y :	<u>1.00</u>	
$k_z = 1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0.6) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	k_z :	<u>1.00</u>	
$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	k_{y,LT} :	<u>0.60</u>	
C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}: Factores de momento flector uniforme equivalente.	C_{m,y} :	<u>1.00</u>	
	C_{m,z} :	<u>1.00</u>	
	C_{m,LT} :	<u>1.00</u>	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	<u>1.00</u>	
	χ_z :	<u>1.00</u>	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	χ_{LT} :	<u>1.00</u>	
λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	λ̄_y :	<u>0.00</u>	
	λ̄_z :	<u>0.00</u>	
α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.	α_y :	<u>0.60</u>	
	α_z :	<u>0.60</u>	

- Viga IPE-330:

Perfil: IPE 330, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.50 m. Cartela final inferior: 1.50 m.)
Material: Acero (S275)

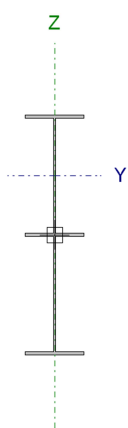
Perfil: IPE 330, Simple con cartelas (Cartela inicial inferior: 1.50 m. Cartela final inferior: 1.50 m.) Material: Acero (S275)									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas ⁽¹⁾					
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽²⁾ (cm⁴)	I _z ⁽²⁾ (cm⁴)	I _t ⁽³⁾ (cm⁴)	y _a ⁽⁴⁾ (mm)	z _a ⁽⁴⁾ (mm)
	N134	N133	10.55	104.03	53942.01	1181.61	40.63	0.00	159.25
	Notas:								
	⁽¹⁾ Las características mecánicas y el dibujo mostrados corresponden a la sección inicial del perfil (N134)								
	⁽²⁾ Inercia respecto al eje indicado								
	⁽³⁾ Momento de inercia a torsión uniforme								
	⁽⁴⁾ Coordenadas del centro de gravedad								
		Pandeo			Pandeo lateral				
		Plano XY		Plano XZ	Ala sup.		Ala inf.		
β	0.11		1.12	0.92		1.00			
L _K	0.148		1.460	1.200		1.300			
C _m	1.000		1.000	1.000		1.000			
C ₁	-			1.000					
Notación:									
β: Coeficiente de pandeo									
L _K : Longitud de pandeo (m)									
C _m : Coeficiente de momentos									
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Tabla 2.14. Características del perfil IPE-330.

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

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

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

$$\bar{\lambda} : \underline{\underline{0.40}} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 82.13 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 14404.04 kN

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

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

$$N_{cr,y} : \underline{\underline{164087.34}} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{cr,z} : \underline{\underline{1118579.60}} \text{ kN}$$

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\underline{14404.04}} \text{ kN}$$

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

Donde:

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

$$I_y : 16869.90 \text{ cm}^4$$

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

$$I_z : 1180.59 \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : 36.52 \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : 234013.65 \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

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

G: Módulo de elasticidad transversal.

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

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

$$L_{ky} : 1.460 \text{ m}$$

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

$$L_{kz} : 0.148 \text{ m}$$

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

$$L_{kt} : 1.300 \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : 14.83 \text{ cm}$$

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

Siendo:

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

$$i_y : 14.33 \text{ cm}$$

$$i_z : 3.79 \text{ cm}$$

y₀, **z₀**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.050 \checkmark$$

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

$$\eta : 0.053 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.146 m del nudo N134, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : 81.33 \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : 1639.52 \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 3

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 62.60 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.865} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.148 m del nudo N134, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}⁺: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁺ :** 32.43 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.148 m del nudo N134, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. **M_{Ed}⁻ :** 182.11 kN·m

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

W_{pl,y}: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. **W_{pl,y} :** 804.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd} :** 261.90 MPa

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

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.082} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.146 m del nudo N134, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

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

$$M_{Ed}^+ : 3.29 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.146 m del nudo N134, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(R)2.

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

$$M_{Ed}^- : 3.19 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 40.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$W_{pl,z} : 154.00 \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.192 \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.074 m del nudo N134, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

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

$$V_{Ed} : 77.54 \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : 404.35 \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : 26.74 \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

$$\gamma_{M0} : 1.05$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.911} \quad \checkmark$$

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

$$\eta : \underline{0.911} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.607} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{és}imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.148 m del nudo N134, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p^{és}imo.

$$N_{c,Ed} : \underline{75.66} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p^{és}imos, seg^{un} los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{182.11} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la secci3n, seg^{un} la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

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

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: 3rea de la secci3n bruta.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{154.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de c3lculo del acero.

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

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

Siendo:

f_y: L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

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

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

k_y, k_z, k_{y,LT}: Coeficientes de interacci3n.

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

$$k_y : \underline{1.00}$$

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

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} = 1 - \frac{0.1 \cdot \bar{\lambda}_z}{C_{m,LT} - 0.25} \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.65}$$

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

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \\ C_{m,LT} &: 1.00 \end{aligned}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\begin{aligned} \chi_y &: 1.00 \\ \chi_z &: 1.00 \end{aligned}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : 1.00$$

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

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.12 \\ \bar{\lambda}_z &: 0.05 \end{aligned}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

- Pilares de la fachada:

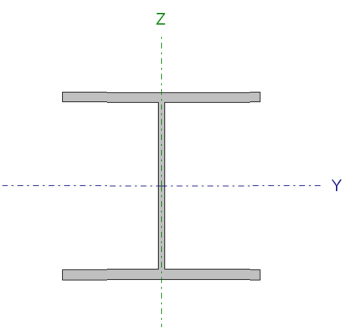
Perfil: HE 180 A							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
	N326	N334	5.500	45.30	2510.00	924.60	14.80
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	5.500	5.500	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabla 2.15. Características del perfil HEA-180.

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

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

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

$$\bar{\lambda} : 1.40 \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : 1$$

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

$$A : 45.30 \text{ cm}^2$$

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

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

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : 633.50 \text{ kN}$$

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : 1719.76 \text{ kN}$

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 633.50 \text{ kN}$

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

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

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

Donde:

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

$I_y : 2510.00 \text{ cm}^4$

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

$I_z : 924.60 \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$I_t : 14.80 \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$I_w : 60210.00 \text{ cm}^6$

E : Módulo de elasticidad.

$E : 210000 \text{ MPa}$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$G : 81000 \text{ MPa}$

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

$L_{ky} : 5.500 \text{ m}$

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

$L_{kz} : 5.500 \text{ m}$

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

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

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

$i_0 : 8.71 \text{ cm}$

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

Siendo:

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

$i_y : 7.44 \text{ cm}$

$i_z : 4.52 \text{ cm}$

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

$y_0 : 0.00 \text{ mm}$

$z_0 : 0.00 \text{ mm}$

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.061 \checkmark$

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

$\eta : 0.176 \checkmark$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0 )H2+1.5·N(EI).

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

N_{c,Ed} : 72.86 kN

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

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

N_{c,Rd} : 1186.43 kN

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 45.30 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

 _{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

 _{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

  : 0.594 

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0 )H1+0.75·N(EI).

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

M_{Ed}⁺ : 50.56 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90 )H1.

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

M_{Ed}⁻ : 50.53 kN·m

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

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

M_{c,Rd} : 85.09 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,y} : 324.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.134 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N326, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

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

V_{Ed} : 29.43 kN

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

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

$V_{c,Rd}$: 219.56 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 14.52 cm²

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 171.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 6.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

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

γ_{M0} : 1.05

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.680 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.710 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.544 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N326, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p^{ésimo}.

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

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

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

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

A: Área de la sección bruta.

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

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

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

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

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

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

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

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

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

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\begin{aligned} N_{c,Ed} &: 51.16 \text{ kN} \\ M_{y,Ed}^+ &: 50.56 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_{z,Ed}^+ &: 1.74 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ \text{Clase} &: 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{pl,Rd} &: 1186.43 \text{ kN} \\ M_{pl,Rd,y} &: 85.09 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_{pl,Rd,z} &: 40.99 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &: 45.30 \text{ cm}^2 \\ W_{pl,y} &: 324.90 \text{ cm}^3 \\ W_{pl,z} &: 156.50 \text{ cm}^3 \\ f_{vd} &: 261.90 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_y &: 275.00 \text{ MPa} \\ \gamma_{M1} &: 1.05 \end{aligned}$$

$$k_y : 1.04$$

$$k_z : 1.17$$

$$\begin{aligned} C_{m,y} &: 1.00 \\ C_{m,z} &: 1.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi_y &: 0.69 \\ \chi_z &: 0.35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{\lambda}_y &: 0.85 \\ \bar{\lambda}_z &: 1.40 \\ \alpha_y &: 0.60 \\ \alpha_z &: 0.60 \end{aligned}$$

- Pilares de la oficina:

Perfil: IPE 160
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 160							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm²)	I _v ⁽¹⁾ (cm4)	I _z ⁽¹⁾ (cm4)	I _t ⁽²⁾ (cm4)
	N230	N231	3.000	20.10	869.00	68.30	3.60
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _k	3.000	3.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _k : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabla 2.16. Características perfil IPE-160.

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

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

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

$$\bar{\lambda} : \underline{1.87} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 20.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 157.29 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 2001.23 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 157.29 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{869.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z :	<u>68.30</u>	cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t :	<u>3.60</u>	cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w :	<u>3960.00</u>	cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E :	<u>210000</u>	MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G :	<u>81000</u>	MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} :	<u>3.000</u>	m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} :	<u>3.000</u>	m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} :	<u>0.000</u>	m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ :	<u>6.83</u>	cm
$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$			
Siendo:			
i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y :	<u>6.58</u>	cm
	i_z :	<u>1.84</u>	cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ :	<u>0.00</u>	mm
	z₀ :	<u>0.00</u>	mm

- Vigas de la oficina:

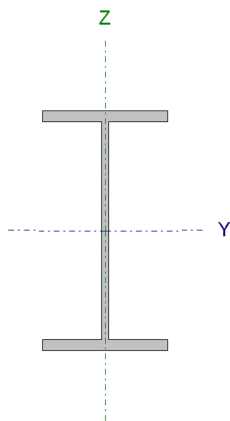
Perfil: IPE 140							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N242	N245	2.625	16.40	541.00	44.90	2.45
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _K	2.625	2.625	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Tabla 2.17. Características perfil IPE-140.

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 1.83 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	Clase : <u>1</u>
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>16.40</u> cm ²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>135.05</u> kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 1627.26 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 135.05 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

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

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.00</u> cm ⁴
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.90</u> cm ⁴
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.45</u> cm ⁴
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.625</u> m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.625</u> m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

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

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>5.74</u> cm
	i_z : <u>1.65</u> cm
y₀ , z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N245, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$\mathbf{N_{t,Ed}} : \underline{0.07} \text{ kN}$$

M_{y,Ed}, **M_{z,Ed}**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\mathbf{M_{v,Ed}}^+ : \underline{1.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{z,Ed}}^+ : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

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

N_{pl,Rd}: Resistencia a tracción.

$$\mathbf{N_{pl,Rd}} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

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

$$\mathbf{M_{pl,Rd,y}} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{pl,Rd,z}} : \underline{5.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

M_{ef,Ed}: Momento flector solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} : \underline{1.30} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\mathbf{M_{ef,Ed}} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

σ_{com,Ed}: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\mathbf{\sigma_{com,Ed}} : \underline{14.76} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

W_{y,com}: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$\mathbf{W_{y,com}} : \underline{88.30} \text{ cm}^3$$

A: Área de la sección bruta.

$$\mathbf{A} : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

M_{b,Rd,y}: Momento flector resistente de cálculo.

$$\mathbf{M_{b,Rd,y}} : \underline{23.13} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Perfil: IPE 160
Material: Acero (S275)

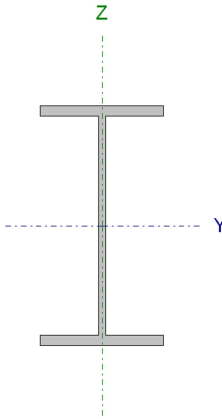
Perfil: IPE 160										
Material: Acero (S275)										
				Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
				Inicial	Final		Área (cm²)	I _y ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm⁴)
				N220	N245	1.600	20.10	869.00	68.30	3.60
				Notas:						
				⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
				⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
					Pandeo			Pandeo lateral		
					Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
				β	1.00	1.00	0.00	0.00		
				L _K	1.600	1.600	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000						
C ₁	-			1.000						
Notación:										
β: Coeficiente de pandeo										
L _K : Longitud de pandeo (m)										
C _m : Coeficiente de momentos										
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Tabla 2.18. Características perfil IPE-160.

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

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

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

$$\bar{\lambda} : \underline{1.00} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 20.10 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 552.97 kN

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

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 7035.56 kN

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

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 552.97 kN

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

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

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

Donde:

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

$$I_y : \underline{869.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.
I_w: Constante de alabeo de la sección.
E: Módulo de elasticidad.
G: Módulo de elasticidad transversal.
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.
i_o: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

I_z : 68.30 cm⁴
I_t : 3.60 cm⁴
I_w : 3960.00 cm⁶
E : 210000 MPa
G : 81000 MPa
L_{ky} : 1.600 m
L_{kz} : 1.600 m
L_{kt} : 0.000 m
i_o : 6.83 cm

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

Siendo:

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

i_y : 6.58 cm

i_z : 1.84 cm

y₀, z₀: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y₀ : 0.00 mm

z₀ : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

η : 0.342 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.338 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.243 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{simos} se producen en un punto situado a una distancia de 0.086 m del nudo N220, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p_{simos}.

N_{c,Ed} : 15.29 kN

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

M_{y,Ed} : 9.69 kN·m

M_{z,Ed} : 0.10 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

N_{pl,Rd} : 526.43 kN

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

M_{pl,Rd,y} : 32.48 kN·m

M_{pl,Rd,z} : 6.84 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)**A:** Área de la sección bruta.

$$A : 20.10 \text{ cm}^2$$

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

$$W_{pl,y} : 124.00 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : 26.10 \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

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

$$\gamma_{M1} : 1.05$$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

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

$$k_y : 1.00$$

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

$$k_z : 1.07$$

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

$$C_{m,y} : 1.00$$

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

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : 0.98$$

$$\chi_z : 0.60$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : 0.28$$

$$\bar{\lambda}_z : 1.00$$

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : 0.60$$

$$\alpha_z : 0.60$$

2.1.3. Cálculo de cimentaciones y soleras.

Ahora para el cálculo de la cimentación necesitamos la norma EHE-08, al igual que la EAE presenta unos estados límites:

- Estados límites últimos
- Estados límite de servicio
- Estado límite de durabilidad.

De los anteriores citados no debe de sobrepasar ninguno para una buena propuesta del proyecto, en los que hay que tener en cuenta el ambiente donde se emplaza la nave:

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	- Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. - Elementos de hormigón en masa.	Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.
Normal	Humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	- Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones. - Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - Elementos enterrados o sumergidos.	- Elementos estructurales en sótanos no ventilados. - Cimentaciones. - Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. - Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. - Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. - Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.
	Humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.	- Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia. - Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.
Marina	Aérea	IIIa	Corrosión por cloruros	- Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. - Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km).	- Elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa. - Puentes en las proximidades de la costa. - Zonas aéreas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral. - Instalaciones portuarias.
	Sumergida	IIIb	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar.	- Zonas sumergidas de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral. - Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar.
	En zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IIIc	Corrosión por cloruros	Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas.	- Zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral. - Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.
Con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	Corrosión por cloruros	- Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino. - Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	- Piscinas e interiores de los edificios que las albergan. - Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve. - Estaciones de tratamiento de agua.

Tabla 2.19. Clases generales de exposición relativa a la corrosión de las armaduras.

CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
Química Agresiva	Débil	Qa	Ataque químico	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver tabla 8.2.3.b).	- Instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b. - Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b.
	Media	Qb	Ataque químico	- Elementos en contacto con agua de mar. - Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver tabla 8.2.3.b).	- Dolos, bloques y otros elementos para diques. - Estructuras marinas, en general. - Instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b. - Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3.b. - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b.
	Fuerte	Qc	Ataque químico	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver tabla 8.2.3.b).	- Instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b. - Instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b. - Construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad fuerte según tabla 8.2.3.b.
Con heladas	Sin sales fundentes	H	Ataque hielo-deshielo	Elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5 °C.	- Construcciones en zonas de alta montaña. - Estaciones invernales.
	Con sales fundentes	F	Ataque por sales fundentes	Elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0 °C.	Tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña, en las que se utilizan sales fundentes.
Erosión		E	Abrasión cavitación	- Elementos sometidos a desgaste superficial. - Elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua.	- Pilas de puente en cauces muy torrenciales. - Elementos de diques, pantalanos y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes. - Pavimentos de hormigón. - Tuberías de alta presión.

Tabla 2.20. Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro de la corrosión.

Tras obtener las bases del cálculo a mano, con el axil de la viga HEA-320 del cálculo estructural, obtendremos las dimensiones de la cimentación necesaria para dicho pórtico:

$$HEA_{320} = G * L \quad (5)$$

$$HEA_{320} = G * L = 732 \text{ Kg} * 0.00981 \text{ KN/Kg} = 7.181 \text{ KN}$$

$$P = (N + HEA - 320) * 1.5 \quad (6)$$

$$P = (N + HEA - 320) * 1.5 = 160.51 \text{ KN}$$

$$B = \sqrt{\frac{P}{\gamma_{suelo} * L}} \quad (7)$$

$$B = \sqrt{\frac{160.51 \text{ KN}}{20 \frac{\text{KN}}{\text{m}^3} * 7.5 \text{ m}}} = 1.0344 \text{ m}$$

$$h \geq \frac{B}{2} \quad (8)$$

$$h \geq \frac{B}{2} = 0.517 \text{ m}$$

Incógnita	Valor
G (peso específico)	97.6 Kg/m
L (longitud)	7.5 m
N (axil)	99.824 KN
γ_{suelo} (presión del terreno)	20 KN/m ³

Tabla 2.21. Valores de cálculo.

Consideramos que la zapata es cuadrada centrada y rígida por lo que B representa el lateral de la cimentación, y la h representa a la altura de esta zapata en este pórtico calculado, lo mismo a seguir con los demás pórticos (pilares) restantes.

Para un mismo punto de cimentación las comprobaciones obtenidas de cype son:

Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N329:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.0011	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple

Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm Calculado: 22 cm	Cumple Cumple Cumple 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: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm Calculado: 60 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm Calculado: 60 cm Calculado: 60 cm Calculado: 58 cm Calculado: 58 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido (Artículo 58.2 de la norma EHE-08)		

Tabla 2.22. Comprobación de la zapata.

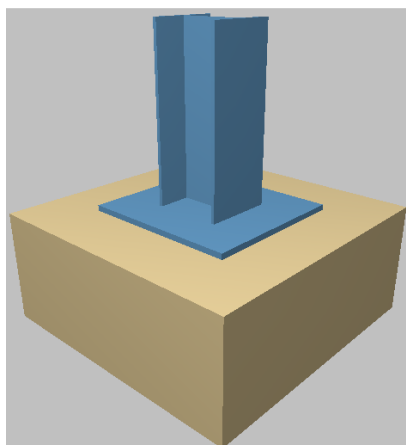


FIGURA: 2.11. Cimentación en pilar.

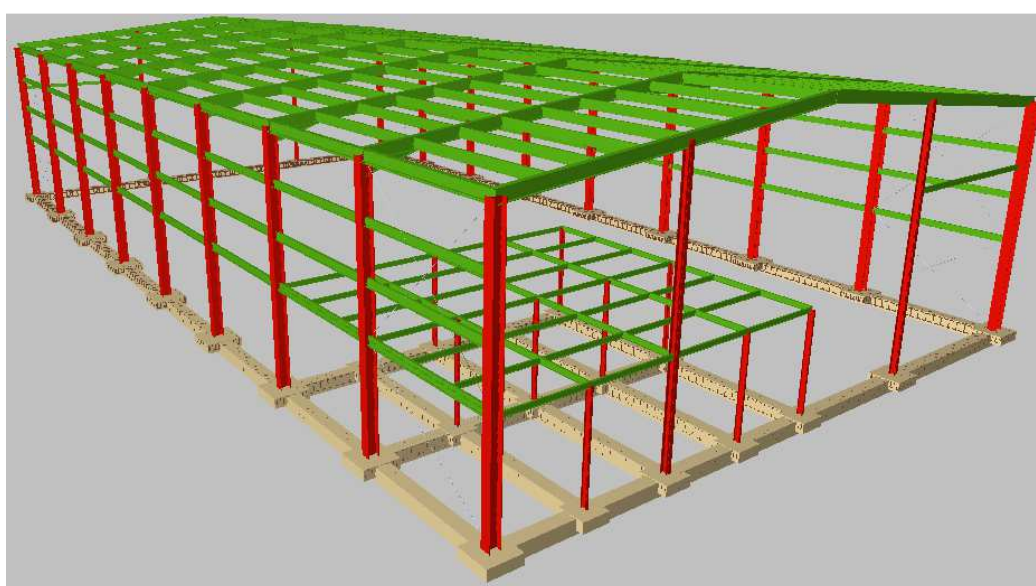


FIGURA: 2.12. Cimentación total de la nave.

2.1.4. Otros cálculos.

Rigidizador base pilares, pernos y placa de anclaje.

A partir de los cálculos anteriores de cype y determinando que los pilares se encuentran empotrados en la parte inferior, se procede a la comprobación del cálculo con el software a los siguientes elementos:

- Rigidizador, pernos de anclaje y placa de anclaje.

Comprobaciones de resistencia		
Referencia:		
-Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 25 mm		
-Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
-Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x35x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado

Comprobaciones de resistencia		
Referencia: -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 8Ø25 mm L=45 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x35x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 261 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: 45.5	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 125.01 kN Calculado: 108.75 kN Máximo: 87.51 kN Calculado: 9.09 kN Máximo: 125.01 kN Calculado: 121.73 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 108.75 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 224.33 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 327.38 kN Calculado: 9.09 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 109.578 MPa Calculado: 111.413 MPa Calculado: 152.155 MPa Calculado: 177.957 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 2769.66 Calculado: 2924.15 Calculado: 5399.89 Calculado: 5778.86	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: 204.717 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.154 - Punto de tensión local máxima: (0.15, 0.41)		

Tabla 2.23. Comprobación a resistencia.

Cordones de soldadura

Los cordones de soldadura, presentan una función principal de unir dos piezas u objetos sin necesidad de utilizar pernos de unión, la soldadura empleada se basa mediante arco eléctrico fundir el material de aporte procedente de los electrodos revestidos. Las siguientes comprobaciones son realizadas mediante el programa cype, y siguiendo las normas de la EAE para la soldadura, según el artículo 59.4.3. (Espesor de los cordones de soldadura):

- Cordón de soldadura.

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).

Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).

En el caso de uniones en T

- si $a > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si $a < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).

Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

siendo

β_w : coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u : resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_{\perp}$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{\parallel}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_{\perp}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{\parallel}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).

En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa.

para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	mm)	Preparación de bordes (mm)	mm)	mm)	ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo		--	50	0.0	0.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo		--	50	0.0	0.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	-	9	9	5.0	0.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Tabla 2.24. Comprobación geométrica de soldadura.

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		u N/mm ²)	w
	⊥ N/mm ²)	⊥ N/mm ²)	 N/mm ²)	valor N/mm ²)	prov. (%)	⊥ N/mm ²)	prov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							10.0	.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							10.0	.85
Soldadura de los pernos a la placa base	.0	.0	97.8	42.6	8.79	.0	.00	10.0	.85

Tabla 2.25. Comprobación de resistencia de soldadura.

2.1.5. Cálculo eléctrico

Los cálculos de alumbrado no se tienen en cuenta, debido a que el proyecto está pensado para una posible ampliación de este TFG, para un alumno de la titulación ingeniería eléctrica.

2.1.6. Cálculo del alumbrado

Al igual que el anterior cálculo, se reserva el apartado a una posible ampliación de este para futuros proyectos.

2.2. Protección contra incendios.

Para obtener un sistema de protección contra incendios, será necesario el real decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

La protección planteada presenta una protección manual, ya que no se encuentra adosado a otro edificio, las funciones específicas es la detección, control y a lo máximo posible extinguir el incendio para una evacuación de los ocupantes e impidiendo que el incendio se propague, minimizando así las pérdidas personales y materiales.

Con una superficie construida de 806.4 m², será necesaria una empresa instaladora que sea capaz de ubicar e instalar equipos y sistemas de protección activa contra incendios, con la colocación de señales, balizamientos y planos de evacuación. Por otra parte la empresa mantenedora, se trata de la propia empresa que cumpliendo las condiciones establecidas en el anterior reglamento, las operaciones de mantenimiento de todos los dispositivos.

En el anexo I “caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios” en el punto 2.1 el tipo de establecimiento industrial ubicado en un edificio, la nave de este proyecto pertenece a un tipo C, ya que no presenta edificios colindantes, y según el artículo es, establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos, dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

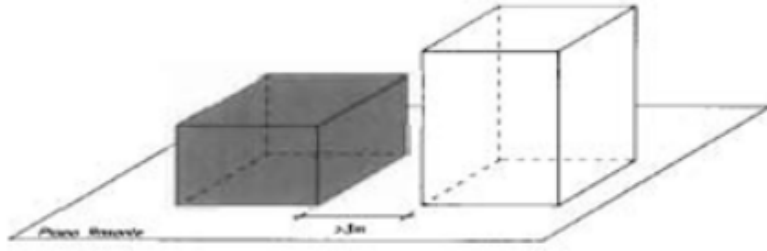


FIGURA: 2.13. Edificio tipo C.

Clasificación según el nivel de riesgo intrínseco por sector.

Mediante la siguiente expresión 9, determina la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_i C_i G_i R_a}{A} \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)} \quad (9)$$

Dónde:

-Qs = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m2 o Mcal/m2.

-Gi = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).

-qi = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

-Ci = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

-Ra = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

-A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Los valores del coeficiente de peligrosidad por combustibilidad, C_i , de cada combustible pueden deducirse de la tabla 1.1, del Catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas similares de reconocido prestigio.

ALTA	MEDIA	BAJA
– Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	– Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
– Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
– Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
– Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	– Sólidos que emiten gases inflamables.	
– Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Tabla 2.26. Clasificación de líquidos.

Los valores del coeficiente de peligrosidad por activación, R_a , pueden deducirse de las siguientes tablas de los materiales:

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q_s		R_a	q_v		R_a
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Abonos químicos	200	48	1,5	200	48	1,0
Aceites comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Aceites comestibles, expedición	900	216	1,5	18.900	4.543	2,0
Aceites: mineral, vegetal y animal	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Acero	40	10	1,0			
Acero, agujas de	200	48	1,0			

Acetileno, llenado de botellas	700	168	1,5			
Ácido carbónico	40	10	1,0			
Ácidos inorgánicos	80	19	1,0			
Acumuladores	400	96	1,5	800	192	1,5
Acumuladores, expedición	800	192	1,5			
Agua oxigenada	Especial	Especial	Especial			
Alambre metálico aislado	300	72	1,0	1.000	240	2,0
Alambre metálico no aislado	80	19	1,0			
Alfarería	200	48	1,0			
Algodón en rama, guata	300	72	1,5	1.100	264	2,0
Algodón, almacén de				1.300	313	2,0
Alimentación, embalaje	800	192	1,5	800	192	1,5
Alimentación, expedición	1.000	240	2,0			
Alimentación, materias primas				3.400	817	2,0
Alimentación, platos precocinados	200	48	1,0			
Almacenes de talleres, etc.	1.200	288	2,0			
Almidón	2.000	481	2,0			
Alquitrán				3.400	817	2,0
Alquitrán, productos de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Altos hornos	40	10	1,0			
Aluminio, producción de	40	10	1,0			
Aluminio, trabajo de	200	48	1,0			
Antigüedades, venta de	700	168	1,5			
Aparatos de radio, fabricación	300	72	1,0	200	48	1,0
Aparatos de radio, venta	400	96	1,0			

Tabla 2.27. Materiales_1.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Aparatos de televisión	300	72	1,0	200	48	1,0
Aparatos domésticos	300	72	1,0	200	48	1,0
Aparatos eléctricos	400	96	1,0	400	96	1,0
Aparatos eléctricos, reparación	500	120	1,0			
Aparatos electrónicos	400	96	1,0	400	96	1,0
Aparatos electrónicos, reparación	500	120	1,0			
Aparatos fotográficos	300	72	1,0	600	144	1,5
Aparatos mecánicos	400	96	1,0			
Aparatos pequeños, construcción de	300	72	1,0			
Aparatos sanitarios, taller	100	24	1,0			
Aparatos, expedición de	700	168	2,0			
Aparatos, prueba de	200	48	1,0			
Aparatos, talleres de reparación	600	144	1,0			
Aparcamientos, edificios de	200	48	1,5			
Apósitos, fabricación de artículos	400	96	1,5	800	192	1,5
Archivos	4.200	1.010	2,0	1.700	409	2,0
Armarios frigoríficos	1.000	240	2,0	300	72	1,0
Armas	300	72	1,0			
Artículos de metal	200	48	1,0			
Artículos de yeso	80	19	1,0			
Artículos metal fundidos por inyección	80	19	1,0			
Artículos metálicos, amolado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, barnizado	300	72	1,0			
Artículos metálicos, cerrajería	200	48	1,0			

Artículos metálicos, chatarras	80	19	1,0			
Artículos metálicos, dorado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, estampado	100	24	1,0			
Artículos metálicos, forjado	80	19	1,0			
Artículos metálicos, fresado	200	48	1,0			
Artículos metálicos, fundición	40	10	1,0			
Artículos metálicos, grabación	200	48	1,0			
Artículos metálicos, soldadura	80	19	1,0			
Artículos metálicos, soldadura ligera	300	72	1,0			
Artículos pirotécnicos	Especial	Especial	Especial	2.000	481	3,0
Aserraderos	400	96	1,5			
Asfalto (bidones, bloques)				3.400	817	2,0
Asfalto, manipulación de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Automóvil, carrocerías de	200	48	1,0			
Automóviles, almacén de accesorios				800	192	1,5
Automóviles, garajes y aparcamientos	200	48	1,0			
Automóviles, guarnición	700	168	1,5			
Automóviles, montaje	300	72	1,5			
Automóviles, pintura	500	120	1,5			
Automóviles, reparación	300	72	1,0			
Automóviles, venta de accesorios	300	72	1,0			
Aviones	200	48	1,0			
Aviones, hangares	200	48	1,5			
Azúcar				8.400	2.019	2,0
Azúcar, productos de	800	192	1,5	800	192	1,5
Azufre	400	96	2,0	4.200	1.010	2,0
Balanzas	300	72	1,0			
Barcos de madera	600	144	1,5			
Barcos de plástico	600	144	1,5			
Barcos metálicos	200	48	1,0			
Barnices	5.000	1.202	2,0	2.500	601	2,0
Barnices a la cera	2.000	481	2,0	5.000	1.202	2,0
Barnices, expedición	1.000	240	2,0			
Barnizado	80	19	1,5			
Bebidas alcohólicas (licores)	700	168	1,5			
Bebidas alcohólicas, venta	500	120	1,5	800	192	1,5
Bebidas bajas o sin de alcohol	80	19	1,0	125	30	1,0
Bebidas sin alcohol, expedición de	300	72	1,0			
Bebidas sin alcohol, zumos de fruta	200	48	1,0	300	72	1,0
Bibliotecas	2.000	481	1,0	2.000	481	2,0
Bicicletas	200	48	1,0	400	96	1,0
Bodegas (vinos)	80	19	1,0			
Bramante	400	96	1,5	1.100	264	2,0
Bramante, almacén de				1.000	240	2,0
Cables	300	72	1,0	600	144	1,5
Cacao, productos de	800	192	2,0	5.800	1.394	2,0
Café crudo, sin refinar				2.900	697	2,0
Café, extracto	300	72	1,0	4.500	1.082	2,0
Café, tostadero	400	96	1,5			
Cajas de madera	1.000	240	2,0	600	144	1,5
Cajas fuertes	80	19	1,0			
Calderas, edificios de	200	48	1,0			
Calefactores	300	72	1,0			

Tabla 2.28. Materiales_2.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Calzado	500	120	1,5	400	96	1,0
Calzado, accesorios de				800	192	1,5
Calzados, expedición	600	144	1,5			
Calzados, venta	500	120	1,0			
Cantinas	300	72	1,0			
Caramelos	400	96	1,0	1.500	361	2,0
Caramelos, embalado	800	192	1,5			
Carbón de coque				10.500	2.524	2,0
Carnicerías, venta	40	10	1,0			
Carretería, artículos de	500	120	1,5			
Cartón	300	72	1,5	4.200	1.010	1,5
Cartón embreado	2.000	481	2,0	2.500	601	2,0
Cartón ondulado	800	192	2,0	1.300	313	2,0
Cartón piedra	300	72	1,5	2.500	601	1,5
Cartonaje	800	192	1,5	2.500	601	1,5
Cartonaje, expedición de	600	144	1,5			
Caucho				28.600	6.875	2,0
Caucho, artículos de	600	144	1,5	5.000	1.202	2,0
Caucho, venta de artículos de	800	192	1,5			
Celuloide	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Cemento	40	10	1,0			
Central de calefacción a distancia	200	48	1,0			
Centrales hidráulicas	80	19	1,0			
Centrales hidroeléctricas	40	10	1,0			
Centrales térmicas	200	48	1,0			
Cepillos y brochas	700	168	1,5	800	192	1,5
Cera				3.400	817	2,0
Cera, artículos de	1.300	313	2,0	2.100	505	2,0
Cera, venta de artículos de	2.100	505	2,0			
Cerámica, artículos de	200	48	1,0			
Cerrajerías	200	48	1,0			
Cervecerías	80	19	1,0			
Cestería	400	96	1,5	200	48	1,0
Cestería, venta de artículos de	300	72	1,0	200	48	1,0
Chapa, artículos de	100	24	1,0			
Chapa, embalaje de artículos	200	48	1,0			
Chatarrería	300	72	1,0			
Chocolate	400	96	1,5	3.400	817	1,5
Chocolate, embalaje	500	120	2,0			
Chocolate, fabricación, sala de moldes	1.000	240	2,0			
Cines	300	72	1,0			
Cochecitos de niño	300	72	1,0	800	192	1,5
Colchones no sintéticos	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Colores y barnices con diluyentes combustibles	4.000	962	2,0	2.500	601	2,0
Colores y barnices, manufacturas de	800	192	2,0			
Colores y barnices, mezclas	2.000	481	2,0			
Colores y barnices, venta	1.000	240	2,0			
Confiterías	400	96	1,0	1.700	409	2,0
Congelados	800	192	1,5	372	89	1,0
Conservas	40	10	1,0	372	89	1,0
Corcho				800	192	1,5
Corcho, artículos de	500	120	1,5	800	192	1,5

Cordelerías	300	72	1,5	600	144	1,5
Cordelerías, venta	500	120	1,5			
Correas	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Cortinas en rollo	1.000	240	2,0			
Cosméticos	300	72	1,5	500	120	1,5
Crin, cerda de				600	144	1,5
Cristalerías	100	24	1,0			
Cuero				1.700	409	1,5
Cuero sintético	1.000	240	1,5	1.700	409	1,5
Cuero sintético, artículos de	400	96	1,0	800	192	1,5
Cuero sintético, recorte de artículos de	300	72	1,0			
Cuero, artículos de	500	120	1,5	600	144	1,5
Cuero, recortes de artículos de	300	72	1,0	1,0		
Cuero, venta de artículos de	700	168	1,5			
Deportes, venta de artículos de	800	192	1,5			
Depósitos de hidrocarburos				43.700	10.505	2,0
Depósitos Merc. incomb. en cajas de madera				200	48	1,0
Depósitos Merc. incomb. en cajas de plástico				200	48	1,0
Depósitos Merc. incomb. en casilleros de madera				100	24	2,0
Depósitos Merc. incomb. en estanterías de madera				100	24	1,0
Depósitos Merc. incomb. en estanterías metálicas				20	5	1,0
Depósitos Merc. incomb. en paletas de madera				3.400	817	2,0
Diluyentes				3.400	817	2,0
Discos, discos compactos y similares	600	144	1,5	3.400	817	1,5
Droguerías	1.000	240	2,0	800	192	1,5

Tabla 2.29. Materiales_3.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Edificios frigoríficos	2.000	481	2,0			
Electricidad, almacén de materiales de				400	96	1,0
Electricidad, taller de	600	144	1,5			
Embalaje de material impreso	1.700	409	2,0			
Embalaje de mercancías combustibles	600	144	1,5			
Embalaje de mercancías incombustibles	400	96	1,0			
Embalaje de productos alimenticios	800	192	1,5			
Embalaje de textiles	600	144	1,5			
Emisoras de radio	80	19	1,0			
Encuadernación	1.000	240	2,0			
Escobas	700	168	1,5	400	96	1,0
Esculturas de piedra	40	10	1,0			
Espicias	40	10	1,0	200	48	1,5
Espumas sintéticas	3.000	721	1,5	2.500	601	2,0
Espumas sintéticas, artículos de	600	144	1,5	800	192	1,5
Esquíes	400	96	1,5	1.700	409	2,0
Estampación de productos sintéticos (cuero, etc.)	300	72	1,0	1.700	409	2,0
Estampado de materias sintéticas	400	96	1,0			
Estampado de metales	100	24	1,0			
Estilográficas	200	48	1,0			
Estudios de televisión	300	72	1,0			
Estufas de gas	200	48	1,0			
Expedición de aparatos, parcialmente sintéticos	700	168	1,0			
Expedición de aparatos, totalmente sintéticos	1.000	240	1,0			

Expedición de artículos de cristal	700	168	2,0			
Expedición de artículos de hojalata	200	48	1,0			
Expedición de artículos impresos	1.700	409	2,0			
Expedición de artículos sintéticos	1.000	240	2,0			
Expedición de bebidas	300	72	1,0			
Expedición de cartonaje	600	144	1,5			
Expedición de ceras y barnices	1.300	313	2,0			
Expedición de muebles	600	144	1,5			
Expedición de pequeños artículos de madera	600	144	1,5			
Expedición de productos alimenticios	1.000	240	2,0			
Expedición de textiles	600	144	1,5			
Exposición de automóviles	200	48	1,0			
Exposición de cuadros	200	48	1,0			
Exposición de máquinas	80	19	1,0			
Exposición de muebles	500	120	1,5			
Farmacias (almacenes incluidos)	800	192	1,5			
Féretros de madera	500	120	1,5			
Fibras de coco				8.400	2.019	2,0
Fieltro	600	144	1,5	800	192	1,5
Fieltro, artículos de	500	120	1,5			
Flores artificiales	300	72	1,5	200	48	1,5
Flores, venta de	80	19	1,0			
Fontanería	200	48	1,0			
Forraje	2.000	481	2,0	3.300	793	2,0
Fósforo	300	72	1,5	25.100	6.034	2,0
Fósforos	300	72	1,5	800	192	2,0
Fotocopias, talleres	400	96	1,0			
Fotografía, laboratorios	100	24	1,0			
Fotografía, películas	1.000	240	2,0			
Fotografía, talleres	300	72	1,0			
Fotografía, tienda	300	72	1,0			
Fraguas	80	19	1,0			
Fundición de metales	40	10	1,0			
Funiculares	300	72	1,0			
Galvanoplastia	200	48	1,0			
Gasolineras	Reglamentación específica					
Grandes almacenes	400	96	1,5			
Granos	600	144	1,5	800	192	1,5
Grasas	1.000	240	2,0	18.000	4.327	2,0
Grasas comestibles	1.000	240	2,0	18.900	4.543	2,0
Grasas comestibles, expedición	900	216	1,5			
Guantes	500	120	1,5			
Guardarropa, armarios de madera	400	96	1,0			
Guardarropa, armarios metálicos	80	19	1,0			
Harina en sacos	2.000	481	2,0	8.400	2.019	2,0
Harina, fábrica o comercio sin almacén	1.700	409	2,0	13.000	3.125	2,0
Heladería	80		1,0			
Heno, balas de		0		1.000	240	2,0
Herramientas	200	48	1,0			
Hidrógeno				130.800	31.442	2,0
Hilados, cardados	300	72	2,0			
Hilados, encanillado-bobinado	600	144	1,5			
Hilados, hilatura	300	72	1,5			

Tabla 2.30. Materiales_4.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Hilados, productos de hilo				1.700	409	2,0
Hilados, productos de lana				1.900	457	2,0
Hilados, torcido	300	72	1,5			
Hojalaterías	100	24	1,0			
Hormigón, artículos de	100	24	1,0			
Hornos	200	48	1,0			
Hule	700	168	1,5	1.300	313	2,0
Hule, artículos de	700	168	1,5	2.100	505	2,0
Imprentas, almacén				8.000	1.923	2,0
Imprentas, embalaje	2.000	481	2,0			
Imprentas, expedición	200	48	1,5			
Imprentas, salas de máquinas	400	96	1,5			
Imprentas, taller tipográfico	300	72	1,5			
Incineración de basuras	200	48	1,0			
Instaladores electricistas	200	48	1,0			
Instaladores, talleres	100	24	1,0			
Instrumentos de música	600	144	1,5			
Instrumentos de óptica	200	48	1,0	200	48	1,0
Jabón	200	48	1,0	4.200	1.010	1,5
Joyas, fabricación	200	48	1,0			
Joyas, venta	300	72	1,0			
Juguetes	500	120	1,5	800	192	1,5
Laboratorios bacteriológicos	200	48	1,0			
Laboratorios de física	200	48	1,0			
Laboratorios fotográficos	300	72	1,5			
Laboratorios metalúrgicos	200	48	1,0			
Laboratorios odontológicos	300	72	1,0			
Laboratorios químicos	500	120	1,5			
Láminas de hojalata	40	10	1,0			
Lámparas de incandescencia	40	10	1,0			
Lapiceros	500	120	1,5			
Lavadoras	300	72	1,0	400	96	1,0
Lavanderías	200	48	1,0			
Leche condensada	200	48	1,0	9.000	2.163	1,0
Leche en polvo	200	48	1,0	10.500	2.524	1,0
Legumbres frescas, venta	200	48	1,0			
Legumbres secas	1.000	240	2,0	400	96	1,5
Leña				2.500	601	2,0
Levadura	800	192	1,5			
Librerías	1.000	240	1,5			
Limpieza química	300	72	1,5			
Linóleo	500	120	1,5	5.000	1.202	2,0
Locales de desechos (diversas mercancías)	500	120	1,5			
Lúpulo				1.700	409	2,0
Madera en troncos				6.300	1.514	1,5
Madera, artículos de, barnizado	500	120	1,5			
Madera, artículos de, carpintería	700	168	1,5			
Madera, artículos ebanistería	700	168	1,5			
Madera, artículos de, expedición	600	144	1,5			
Madera, artículos de, impregnación	3.000	721	2,0			
Madera, artículos de, marquetería	500	120	1,5			
Madera, artículos de, pulimentado	200	48	1,0			

Madera, artículos de, secado	800	192	1,5			
Madera, artículos de, serrado	400	96	1,5			
Madera, artículos de, tallado	600	144	1,5			
Madera, artículos de, torneado	500	120	1,5			
Madera, artículos de, troquelado	700	168	1,5			
Madera, mezclada o variada	800	192	1,5	4.200	1.010	2,0
Madera, restos de				2.500	601	2,0
Madera, vigas y tablas				4.200	1.010	1,5
Madera, virutas				2.100	505	2,0
Malta				13.400	3.221	2,0
Mantequilla	700	168	1,5			
Máquinas	200	48	1,0			
Máquinas de coser	300	72	1,0			
Máquinas de oficina	300	72	1,0			
Marcos	300	72	1,0			
Mármol, artículos de	40	10	1,0			
Mataderos	40	10	1,0			
Material de oficina	700	168	1,5	1.300	313	2,0
Materiales de construcción, almacén				800	192	1,5
Materiales sintéticos	2.000	481	2,0	5.900	1.418	2,0
Materiales usados, tratamiento	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Materias sintéticas inyectadas	500	120	1,5			
Materias sintéticas, artículos de	600	144	1,5	800	192	1,5
Materias sintéticas, estampado	400	96	1,0			
Materias sintéticas, expedición	1.000	240	2,0			

Tabla 2.31. Materiales_5.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Materias sintéticas, soldadura de piezas	700	168	1,5			
Mecánica de precisión, taller	200	48	1,0			
Médica, consulta	200	48	1,0			
Medicamentos, embalaje	300	72	1,0	800	192	1,5
Medicamentos, venta	800	192	1,5		0	
Melaza				5.000	1.202	2,0
Mercería, venta	700	168	1,5	1.400	337	2,0
Mermelada	800	192	1,5			
Metales preciosos	200	48	1,0			
Metales, manufacturas en general	200	48	1,0			
Metálicas, grandes construcciones	80	19	1,0			
Minerales	40	10	1,0			
Mostaza	400	96	1,0			
Motocicletas	300	72	1,0			
Motores eléctricos	300	72	1,0			
Muebles de acero	300	72	1,0			
Muebles de madera	500	120	1,5	800	192	1,5
Muebles de madera, barnizado	500	120	1,5			
Muebles, barnizado de	200	48	1,5			
Muebles, carpintería	600	144	1,5			
Muebles, tapizado sin espuma sintética	500	120	1,5	400	96	1,0
Muebles, venta	400	96	1,5			
Muelles de carga con mercancías	800	192	1,5			
Municiones	Especial	Especial	Especial	4.500	1.082	2,0

Museos	300	72	1,0			
Música, tienda de	300	72	1,0			
Negro de humos, en sacos				12.600	3.029	2,0
Neumáticos	700	168	1,5	1.800	433	2,0
Neumáticos de automóviles	700	168	1,5	1.500	361	2,0
Nitrocelulosa	Especial	Especial	Especial	1.100	264	2,0
Oficinas comerciales	800	192	1,5			
Oficinas postales	400	96	1,0			
Oficinas técnicas	600	144	1,0			
Orfebrería	200	48	1,0			
Oxígeno	Especial	Especial	Especial			
Paja prensada				800	192	1,5
Paja, artículos de	400	96	1,5			
Paja, embalajes de	400	96	1,5			
Paletas de madera	1.000	240	2,0	1.300	313	2,0
Palillos	500	120	1,5			
Panaderías industriales	1.000	240	1,5			
Panaderías, almacenes	300	72	1,0			
Panaderías, laboratorios y hornos	200	48	1,0			
Paneles de corcho	500	120	1,5			
Paneles de madera aglomerada	300	72	1,5	6.700	1.611	2,0
Paneles de madera contrachapada	800	192	1,5	6.700	1.611	2,0
Papel	200	48	1,0	10.000	2.404	2,0
Papel, apresto	500	120	1,5			
Papel, barnizado de	80	19	1,5			
Papel, desechos prensados				2.100	505	2,0
Papel, tratam. de la madera y materias celulósicas	80	19	1,5			
Papel, tratamiento-fabricación	700	168	1,5			
Papel, viejo o granel				8.400	2.019	2,0
Papelería	800	192	1,5	1.100	264	2,0
Papelería, venta	700	168	1,5			
Paraguas	300	72	1,0	400	96	1,0
Paraguas, venta	300	72	1,0			
Parquets	2.000	481	2,0	1.200	288	2,0
Pastas alimenticias	1.300	313	2,0	1.700	409	1,5
Pastas alimenticias, expedición	1.000	240	2,0			
Pegamentos combustibles	1.000	240	1,5	3.400	817	2,0
Pegamentos incombustibles	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Peletería, productos de	500	120	1,5	1.200	288	1,5
Peletería, venta	200	48	1,0			
Películas, copias	600	144	1,5			
Películas, talleres de	300	72	1,5			
Perfumería, artículos de	300	72	1,0	500	120	1,5
Perfumería, venta de artículos de	400	96	1,0		0	
Persianas, fabricación de	800	192	1,5	300	72	1,0
Piedras artificiales	40	10	1,0			
Piedras de afilar	80	19	1,0			
Piedras preciosas, tallado	80	19	1,0			
Piedras refractarias, artículos de	200	48	1,0			
Pieles, almacén		0		1.200	288	1,5
Pilas secas	400	96	1,0	600	144	1,5
Pinceles	700	168	1,5			
Placas de fibras blandas	300	72	1,0	800	192	1,5

Tabla 2.32. Materiales_6.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Placas de resina sintética	300	72	1,0	4.200	1.010	1,5
Planeadores	600	144	1,5			
Porcelana	200	48	1,0			
Prendas de vestir	500	120	1,5	400	96	1,0
Prendas de vestir, venta	600	144	1,5			
Proceso de datos, sala de ordenador	400	96	1,5			
Producto de lavado (lejía materia prima)				500	120	1,5
Productos de amianto	80	19	1,0			
Productos de carnicería	40	10	1,0			
Productos de lavado (lejía)	300	72	1,0	200	48	1,0
Productos de reparación de calzado	800	192	1,5	2.100	505	2,0
Productos farmacéuticos	200	48	1,5			
Productos lácteos	200	48	1,0			
Productos laminados salvo chapa y alambre	100	24	1,0			
Productos químicos combustibles	300	72	2,0	1.000	240	2,0
Puertas de madera	800	192	1,5	1.800	433	2,0
Puertas plásticas	700	168	1,5	4.200	1.010	2,0
Quesos	100	24	1,5	2.500	601	2,0
Quioscos de periódicos	1.300	313	2,0			
Radiología, gabinete de	200	48	1,0			
Refinerías de petróleo	Reglamentación específica					
Refrigeradores	1.000	240	2,0	300	72	1,0
Rejilla, asientos y respaldos	400	96	1,0	1.300	313	2,0
Relojes	300	72	1,0	400	96	1,0
Relojes, reparación de	300	72	1,0			
Relojes, venta	300	72	1,0			
Resinas naturales	3.300	793	2,0			
Resinas sintéticas	3.400	817	2,0	4.200	1.010	2,0
Resinas sintéticas, placas de	800	192	1,5	3.400	817	2,0
Restaurantes	300	72	1,0			
Revestimientos de suelos combustibles	500	120	1,5	6.000	1.442	2,0
Revestimientos de suelos combustibles, venta	1.000	240	2,0			
Rodamientos o cojinetes de bolas	200	48	1,0			
Sacos de papel	800	192	1,5	12.600	3.029	2,0
Sacos de plástico	600	144	2,0	25.200	6.058	2,0
Sacos de yute	500	120	1,5	800	192	1,5
Salinas, productos de	80	19	1,0			
Servicios de mesa	200	48	1,0			
Silos				Según material almacenado		
Sombrererías	500	120	1,5			
Sosa	40	10	1,0			
Sótanos, bodegas de casas residenciales	900	216	1,0			
Tabaco en bruto				1.700	409	2,0
Tabacos, artículos de	200	48	1,5	2.100	505	2,0
Tabacos, venta de artículos	500	120	1,5			
Talco	40	10	1,0			
Tallado de piedra	40	10	1,0			
Talleres de enchapado	800	192	1,5	2.900	697	1,5
Talleres de guarnicionería	300	72	1,0		0	
Talleres de pintura	500	120	1,5			
Talleres de reparación	400	96	1,0			
Talleres eléctricos	600	144	1,5			

Talleres mecánicos	200	48	1,0			
Tapicerías	800	192	1,5			
Tapicerías, artículos de	300	72	1,5	1.000	240	2,0
Tapices	600	144	1,5	1.700	409	2,0
Tapices, tintura	500	120	1,5			
Tapices, venta	800	192	1,5			
Teatros	300	72	1,0			
Teatros, bastidores				1.100	264	2,0
Tejares, cocción	40	10	1,0			
Tejares, hornos de secado y estanterías de madera	1.000	240	1,5			
Tejares, prensado	200	48	1,0			
Tejares, preparación de arcilla	40	10	1,0			
Tejares, secadero, estanterías de madera	400	96	1,0			
Tejares, secadero, estanterías metálicas	40	10	1,0			
Tejidos cáñamo, yute, lino				1.300	313	2,0
Tejidos de rafia	400	96	1,5			
Tejidos en general, almacén				2.000	481	2,0
Tejidos sintéticos	300	72	1,5	1.300	313	2,0
Tejidos, depósito de balas de algodón				1.300	313	2,0
Tejidos, seda artificial	300	72	1,5	1.000	240	2,0
Teléfonos	400	96	1,5	200	48	2,0
Teléfonos, centrales de	80	19	1,5			
Textiles				1.000	240	2,0
Textiles, apresto	300	72	1,0	1.100	264	2,0
Textiles, artículos de				600	144	1,5

Tabla 2.33. Materiales_7.

Actividad	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	Q _s		Ra	q _v		Ra
	MJ/m ²	Mcal/m ²		MJ/m ³	Mcal/m ³	
Textiles, bajos de prendas	300	72	1,0	1.000	240	1,5
Textiles, blanqueado	500	120	1,5			
Textiles, bordado	300	72	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, calandrado	500	120	1,5			
Textiles, confección	300	72	1,0			
Textiles, corte	500	120	1,5			
Textiles, de lino				1.300	313	2,0
Textiles, de yute	400	96	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, embalaje	600	144	1,6			
Textiles, encajes				600	144	1,5
Textiles, estampado	700	168	1,5			
Textiles, expedición	600	144	1,5			
Textiles, forros	700	168	1,5			
Textiles, lencería	500	120	1,5	600	144	2,0
Textiles, mantas	500	120	1,5	1.900	457	2,0
Textiles, prendas de vestir	500	120	1,5	400	96	2,0
Textiles, preparación	300	72	1,5			
Textiles, ropa de cama	500	120	1,5			
Textiles, tejidos (fabricación)	300	72	1,5			
Textiles, teñido	500	120	1,5			
Textiles, tricotado	300	72	1,0	1.300	313	2,0
Textiles, venta	600	144	1,5			
Tintas	200	48	1,0			
Tintas de imprenta	700	168	1,5	3.000	721	2,0

Tintorerías	500	120	1,5			
Toldos o lonas	300	72	1,0	1.000	240	1,0
Toneles de madera	1.000	240	1,5	800	192	1,5
Toneles de plástico	600	144	1,5	800	192	1,5
Torneado de piezas de cobre/bronce	300	72	1,0			
Transformadores	300	72	1,5			
Transformadores, bobinado	600	144	1,5			
Transformadores, estación de	300	72	1,5			
Tubos fluorescentes	300	72	1,0			
Vagones, fabricación de	200	48	1,0			
Vehículos	300	72	1,5			
Venta por correspondencia, empresas de	400	96	1,5			
Ventanas de madera	800	192	1,5			
Ventanas de plástico	600	144	1,5			
Vidrio	80	19	1,0			
Vidrio, artículos de	200	48	1,5			
Vidrio, expedición	700	168	1,0			
Vidrio, plano, fábrica de	700	168	1,0			
Vidrio, talleres de soplado	200	48	1,5			
Vidrio, tintura de	300	72	1,5			
Vidrio, tratamiento de	200	48	1,5			
Vidrio, venta de artículos de	200	48	1,0			
Vinagre, producción de	80	19	1,0	100	24	1,0
Vulcanización	1.000	240	2,0			
Yeso	80	19	1,0			
Zulaque de vidrieros	1.000	240	2,0	1.300	313	2,0

Tabla 2.34. Materiales_8.

Con las tablas anteriores y relacionándolo con la tabla 2.29, obtenemos el nivel de riesgo intrínseco de la nave de cálculo, obteniendo:

$$Q_s = 0.05 \text{ Mcal/m}^2$$

Tras obtener el resultado final y comparándolo con la tabla 2.29, el nivel de riesgo intrínseco se considera bajo de nivel 1.

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 2.35. Nivel de riesgo intrínseco.

En apartado, evacuación de los establecimientos industriales, para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de la siguiente expresión:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100. \quad (10)$$

Donde p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad.

Los valores obtenidos para P, según la anterior expresión, se redondearán al entero inmediatamente superior.

El número de personas en la plantilla, en nuestro caso son de 8, $p=8$. Por lo tanto ($P=8.8$).

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el anexo 1) debe satisfacer las condiciones siguientes:

1. Elementos de evacuación: se definen como en el apartado 6.3.1 del anexo.
2. Número y disposición de las salidas: como en el apartado 6.3.2 del anexo.
3. Disposición de escaleras y aparatos elevadores: como en el apartado 6.3.3 del anexo.
4. Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: como en el apartado 6.3.4 del anexo.
5. Características de las puertas: como en el apartado 6.3.5 del anexo, excepto que se permiten como puertas de salida las deslizantes, o correderas, fácilmente operables manualmente.
6. Características de los pasillos: como en el apartado 6.3.6 del anexo.

7. Características de las escaleras: como en el apartado 6.3.7 del anexo.

8. Características de los pasillos y de las escaleras protegidos y de los vestíbulos previos: como en el apartado 6.3.8 de este anexo.

9. Señalización e iluminación: como en el apartado 6.3.9 del anexo.

Ventilación y eliminación de humos y gases de la combustión en los edificios industriales.

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Para naves de menor superficie a 1000 m^2 , (nuestro caso), se podrán aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos.

a) Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:

1. ° Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracción.

2. ° Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/200 \text{ m}^2$ o fracción.

b) Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:

1. ° Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$ o fracción.

2. ° Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracción.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta.

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

2.3. Estudio de seguridad y salud

2.3.1. Consideraciones preliminares: justificación, objeto y contenido

2.3.1.1. Justificación.

La obra proyectada requiere la redacción de un estudio básico de seguridad y salud, debido a su reducido volumen y a su relativa sencillez de ejecución, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.760,00 euros.
- b) No se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, no es superior a 500 días.
- d) No se trata de una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

2.3.1.2. Objeto.

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos.

2.3.1.3. Contenido del EBSS

El Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el Estudio Básico de Seguridad y Salud se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

2.3.2. Datos generales

2.3.2.1. Agentes.

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

- Promotor: ---
- Autor del proyecto: ---
- Constructor - Jefe de obra: ---
- Coordinador de seguridad y salud: ---

2.3.2.2. Características generales del Proyecto de Ejecución.

De la información disponible en la fase de proyecto básico y de ejecución, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del plan de seguridad y salud.

- Denominación del proyecto: Nuevo
- Plantas sobre rasante: UNA PLANTA
- Plantas bajo rasante: CERO PLANTAS
- Presupuesto de ejecución material: 200.000,00€
- Plazo de ejecución: 6 meses
- Núm. máx. operarios: 10

2.3.2.3. Emplazamiento y condiciones del entorno.

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

- Dirección: km 1.5, carretera del palomar, La Iruela (Jaén)
- Accesos a la obra: ENTRADA PRINCIPAL
- Topografía del terreno:
- Edificaciones colindantes: NINGUNA
- Servidumbres y condicionantes: ---
- Condiciones climáticas y ambientales:

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas

establecidas por la Dirección General de Tráfico y por la Policía Local, para evitar posibles accidentes de circulación.

Se conservarán los bordillos y el pavimento de las aceras colindantes, causando el mínimo deterioro posible y reponiendo, en cualquier caso, aquellas unidades en las que se aprecie algún desperfecto.

2.3.2.4. Características generales de la obra.

Descripción de las características de las unidades de la obra que pueden influir en la previsión de los riesgos laborales:

2.3.2.4.1. Cimentación

Una vez excavados los pozos y zanjas se procederá a la colocación del forjado en ellos, y así como las armaduras de zunchos. Se hormigonera seguidamente con el empleo de uno o varios camión-hormigonera.

2.3.2.4.2. Estructura horizontal

La estructura metálica con pórticos a dos aguas, serán anclados a la cimentación mediante las placas de anclaje, por otro lado tendremos los tirante y correas están normalizadas.

2.3.2.4.3. Fachadas

Compuestas por un muro de 3 metros de altura y panel sándwich hasta cumbre de la nave.

2.3.2.4.4. Cubierta

La cubierta es de tipo sándwich con distintas zonas translucidas.

2.3.3. Medios de auxilio.

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

2.3.3.1. Medios de auxilio en la obra.

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado, según la Orden TAS/2947/2007, de 8 de octubre, por la que se establece el suministro a las empresas de botiquines con material de primeros auxilios en caso de accidente de trabajo.

Su contenido se limitará, como mínimo, al establecido en el anexo VI. A). 3 del Real Decreto 486/97, de 14 de abril:

Desinfectantes y antisépticos autorizados

- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.

2.3.3.2. Medios de auxilio en caso de accidente: centros asistenciales más próximos.

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llega a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE,	EMPLAZAMIENTO	Y
TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)		

Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
-------------------	-------------------	------------

Asistencia primaria (Urgencias)	Urgencias, centro de salud de Cazorla
---------------------------------	---------------------------------------

Av. Ximenez de Rada 10,00 km

Empresas de ambulancias UCI

Carretera camino viejo de Úbeda, Cazorla (Jaén) 12,00 km

La distancia al centro asistencial más próximo Av. Ximenez de Rada se estima en 30 minutos, en condiciones normales de tráfico.

2.3.4. Instalaciones de higiene y bienestar de los trabajadores

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en la legislación vigente en la materia.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para los vestuarios y aseos, pudiéndose habilitar posteriormente zonas en la propia obra para albergar dichos servicios, cuando las condiciones y las fases de ejecución lo permitan.

2.3.4.1. Vestuarios.

Los vestuarios dispondrán de una superficie total de 2,0 m² por cada trabajador que deba utilizarlos simultáneamente, incluyendo bancos y asientos suficientes, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

2.3.4.2. Aseos.

La dotación mínima prevista para los aseos es de:

- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 seca manos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

2.3.4.3. Comedor.

La zona destinada a comedor tendrá una altura mínima de 2,5 m, dispondrá de fregaderos de agua potable para la limpieza de los utensilios y la vajilla, estará equipada con mesas y asientos, y tendrá una provisión suficiente de vasos, platos y cubiertos, preferentemente desechables.

2.3.5. Identificación de riesgos y medidas preventivas a adoptar

A continuación se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

- Riesgos generales más frecuentes
- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general:

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia.

- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída.
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra:

- Casco de seguridad homologado
- Casco de seguridad con barboquejo
- Cinturón de seguridad con dispositivo anti caída
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero

- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anti clavos
- Botas de caña alta de goma
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja anti lumbago
- Gafas de seguridad anti impactos
- Protectores auditivos

2.3.5.1. Durante los trabajos previos a la ejecución de la obra.

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

2.3.5.1.1. Instalación eléctrica provisional.

Riesgos más frecuentes:

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas
- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas

- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

2.3.5.1.2. Vallado de obra.

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

2.3.5.2. Durante las fases de ejecución de la obra.

2.3.5.2.1. Cimentación.

Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

2.3.5.2.2. Estructura.

Riesgos más frecuentes

- Desprendimientos de los materiales de encofrado por apilado incorrecto
- Caída del encofrado al vacío durante las operaciones de desencofrado
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa o las sierras de mano

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se protegerá la vía pública con una visera de protección formada por ménsula y entablado
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI)

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

2.3.5.2.3. Cerramientos y revestimientos exteriores.

- Riesgos más frecuentes
- Caída de objetos o materiales desde distinto nivel
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Afecciones cutáneas por contacto con morteros, yeso, escayola o materiales aislantes

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Marquesinas para la protección frente a la caída de objetos
- No retirada de las barandillas antes de la ejecución del cerramiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Uso de mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra

2.3.5.2.4. Cubiertas.

Riesgos más frecuentes

- Caída por los bordes de cubierta o deslizamiento por los faldones

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- El acceso a la cubierta se realizará mediante escaleras de mano homologadas, ubicadas en huecos protegidos y apoyadas sobre superficies horizontales, sobrepasando 1,0 m la altura de desembarque
- Se instalarán anclajes en la cumbrera para amarrar los cables y/o los cinturones de seguridad

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado con suela antideslizante
- Ropa de trabajo impermeable

- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída

2.3.5.2.5. Particiones.

Riesgos más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Dermatitis por contacto con yesos, escayola, cemento, pinturas, pegamentos, etc.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- El acopio de los materiales de cubierta se realizará en zonas alejadas de los bordes o aleros, y fuera de las zonas de circulación, preferentemente sobre vigas o soportes
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante la colocación de barandillas o redes homologadas

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de cuero
- Calzado con puntera reforzada
- Mascarilla con filtro mecánico para el corte de ladrillos con sierra
- Faja antilumbago
- Gafas de seguridad anti impactos
- Protectores auditivos

2.3.5.2.6. Instalaciones en general.

Riesgos más frecuentes

- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas

- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes aislantes en pruebas de tensión
- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

2.3.5.3. Durante la utilización de medios auxiliares.

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y a la Ordenanza de Trabajo en la Construcción, Vidrio y Cerámica (Orden de 28 de agosto de 1970), prestando especial atención a la Sección 3ª "Seguridad en el trabajo en las industrias de la Construcción y Obras Públicas" Subsección 2ª "Andamios en general".

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

2.3.5.3.1. Puntales.

- No se retirarán los puntales, ni se modificará su disposición una vez hayan entrado en carga, respetándose el periodo estricto de desencofrado
- Los puntales no quedarán dispersos por la obra, evitando su apoyo en posición inclinada sobre los paramentos verticales, acopiándose siempre cuando dejen de utilizarse
- Los puntales telescópicos se transportarán con los mecanismos de extensión bloqueados.

2.3.5.3.2. Torre de hormigonado.

- Se colocará, en un lugar visible al pie de la torre de hormigonado, un cartel que indique "Prohibido el acceso a toda persona no autorizada"
- Las torres de hormigonado permanecerán protegidas perimetralmente mediante barandillas homologadas, con rodapié, con una altura igual o superior a 0,9 m.
- No se permitirá la presencia de personas ni de objetos sobre las plataformas de las torres de hormigonado durante sus cambios de posición.
- En el hormigonado de los pilares de esquina, las torres de hormigonado se ubicarán con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más segura y eficaz.

2.3.5.3.3. Escalera de mano.

- Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras
- Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros
- Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas
- Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares
- Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal
- El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical

- El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros
- Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas
- Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anticaída.

2.3.5.3.4. Visera de protección.

- La visera sobre el acceso a obra se construirá por personal cualificado, con suficiente resistencia y estabilidad, para evitar los riesgos más frecuentes
- Los soportes de la visera se apoyarán sobre durmientes perfectamente nivelados
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de forma inmediata para su reparación o sustitución.

2.3.5.3.5. Andamio de borriquetas.

- Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas
- Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos
- Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas
- Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro

2.3.5.3.6. Plataforma de descarga.

- Se utilizarán plataformas homologadas, no admitiéndose su construcción "in situ"
- Las características resistentes de la plataforma serán adecuadas a las cargas a soportar, disponiendo un cartel indicativo de la carga máxima de la plataforma
- Dispondrá de un mecanismo de protección frontal cuando no esté en uso, para que quede perfectamente protegido el frente de descarga
- La superficie de la plataforma será de material antideslizante
- Se conservará en perfecto estado de mantenimiento, realizándose inspecciones en la fase de instalación y cada 6 meses.

2.3.5.3.7. Andamio multidireccional.

- Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados bajo la dirección y supervisión de una persona cualificada
- Cumplirán las condiciones generales respecto a materiales, estabilidad, resistencia y seguridad y las referentes a su tipología en particular, según la normativa vigente en materia de andamios
- Se montarán y desmontarán siguiendo siempre las instrucciones del fabricante
- Las dimensiones de las plataformas del andamio, así como su forma y disposición, serán adecuadas para el trabajo y las cargas previstas, con holgura suficiente para permitir la circulación con seguridad.

2.3.5.4. Durante la utilización de medios auxiliares.

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.

c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

2.3.5.4.1. Pala cargadora.

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente

- El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala.

2.3.5.4.2. Retroexcavadora.

- Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina
- Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte
- Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha
- Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura
- Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina

2.3.5.4.3. Camión de caja basculante.

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga
- No se circulará con la caja izada después de la descarga.

2.3.5.4.4. Camión para transporte

- Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico
- Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona
- Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas
- En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina.

2.3.5.4.5. Camión grúa.

- El conductor accederá al vehículo descenderá del mismo con el motor apagado, en posición frontal, evitando saltar al suelo y haciendo uso de los peldaños y asideros
- Se cuidará especialmente de no sobrepasar la carga máxima indicada por el fabricante
- La cabina dispondrá de botiquín de primeros auxilios y de extintor timbrado y revisado

- Los vehículos dispondrán de bocina de retroceso
- Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de elevación
- La elevación se realizará evitando operaciones bruscas, que provoquen la pérdida de estabilidad de la carga.

2.3.5.4.6. Montacargas.

- El montacargas será examinado y probado antes de su puesta en servicio, quedando este acto debidamente documentado
- Se realizará una inspección diaria de los cables, los frenos, los dispositivos eléctricos y las puertas de acceso al montacargas
- Se prohíbe el acopio de materiales en las proximidades de los accesos a la plataforma
- Se prohíbe asomarse al hueco del montacargas y posicionarse sobre la plataforma para retirar la carga
- El cuadro de maniobra se colocará a una distancia mínima de 3 m de la base del montacargas y permanecerá cerrado con llave
- Se instalarán topes de fin de recorrido en la parte superior del montacargas
- La plataforma estará dotada de un dispositivo limitador de carga, indicándose mediante un cartel la carga máxima admisible en la plataforma, que no podrá ser superada
- La carga se repartirá uniformemente sobre la plataforma, no sobresaliendo en ningún caso por los laterales de la misma
- Queda prohibido el transporte de personas y el uso de las plataformas como andamios para efectuar cualquier trabajo
- La parte inferior de la plataforma dispondrá de una barra antiobstáculos, que provocará la parada del montacargas ante la presencia de cualquier obstáculo
- Estará dotado con un dispositivo paracaídas, que provocará la parada de la plataforma en caso de rotura del cable de suspensión
- Ante la posible caída de objetos de niveles superiores, se colocará una cubierta resistente sobre la plataforma y sobre el acceso a la misma en planta baja
- Los huecos de acceso a las plantas estarán protegidos mediante cancelas, que estarán asociadas a dispositivos electromecánicos que impedirán su apertura si la

plataforma no se encuentra en la misma planta y el desplazamiento de la plataforma si no están todas cerradas.

2.3.5.4.7. Hormigonera.

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica
- La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55
- Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra
- No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados.

2.3.5.4.8. Vibrador.

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso
- Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento
- Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios
- El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables
- Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables
- Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará $2,5 \text{ m/s}^2$, siendo el valor límite de 5 m/s^2 .

2.3.5.4.9. Martillo picador.

- Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal

- No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha
- Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras
- Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.

2.3.5.4.10. Maquinillo.

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada
- El trabajador que utilice el maquinillo estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Previamente al inicio de cualquier trabajo, se comprobará el estado de los accesorios de seguridad, del cable de suspensión de cargas y de las eslingas
- Se comprobará la existencia del limitador de recorrido que impide el choque de la carga contra el extremo superior de la pluma
- Dispondrá de marcado CE, de declaración de conformidad y de manual de instrucciones emitido por el fabricante
- Quedará claramente visible el cartel que indica el peso máximo a elevar
- Se acotará la zona de la obra en la que exista riesgo de caída de los materiales transportados por el maquinillo
- Se revisará el cable a diario, siendo obligatoria su sustitución cuando el número de hilos rotos sea igual o superior al 10% del total
- El anclaje del maquinillo se realizará según se indica en el manual de instrucciones del fabricante
- El arriostramiento nunca se hará con bidones llenos de agua, de arena u de otro material
- Se realizará el mantenimiento previsto por el fabricante.

2.3.5.4.11. Sierra circular.

- Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra
- Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra
- Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando
- La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos

- El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo
- No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

2.3.5.4.12. Sierra circular de mesa.

- Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada
- El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios
- Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos
- La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco
- La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas
- Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra
- La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra
- Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos
- El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo.

2.3.5.4.13. Cortadora de material cerámico.

- Se comprobará el estado del disco antes de iniciar cualquier trabajo. Si estuviera desgastado o resquebrajado se procederá a su inmediata sustitución
- La protección del disco y de la transmisión estará activada en todo momento
- No se presionará contra el disco la pieza a cortar para evitar el bloqueo.

2.3.5.4.14. Equipo de soldadura.

- No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura
- Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte
- Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible
- En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada
- Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo
- Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

2.3.5.4.15. Herramientas manuales diversas.

- La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento
- El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas
- No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante
- Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares
- Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra
- En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección
- Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos
- Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos
- Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados
- En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al

ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

2.3.6. Identificación de los riesgos laborales evitables.

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

2.3.6.1. Caídas al mismo nivel.

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

2.3.6.2. Caídas a distinto nivel.

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

2.3.6.3. Polvo y partículas.

- Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo
- Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

2.3.6.4. Ruido.

- Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo
- Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico
- Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

2.3.6.5. Esfuerzos.

- Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas
- Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual
- Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos
- Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

2.3.6.6. Incendios.

- No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

2.3.6.7. Intoxicación por emanaciones.

- Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente

- Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

2.3.7. Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

2.3.7.1. Caída de objetos.

- Medidas preventivas y protecciones colectivas
- Se montarán marquesinas en los accesos
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Guantes y botas de seguridad
- Uso de bolsa portaherramientas.

2.3.7.2. Dermatitis.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se evitará la generación de polvo de cemento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

2.3.7.3. Electrocuciiones.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes dieléctricos
- Calzado aislante para electricistas
- Banquetas aislantes de la electricidad.

2.3.7.4. Quemaduras.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes, polainas y mandiles de cuero.

2.3.7.5. Golpes y cortes en extremidades.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes y botas de seguridad.

2.3.8. Condiciones de seguridad y salud, en trabajos posteriores de reparación y mantenimiento.

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento del edificio construido que entrañan mayores riesgos.

2.3.8.1. Trabajos en cerramientos exteriores y cubiertas.

Para los trabajos en cerramientos, aleros de cubierta, revestimientos de paramentos exteriores o cualquier otro que se efectúe con riesgo de caída en altura, deberán utilizarse andamios que cumplan las condiciones especificadas en el presente estudio básico de seguridad y salud.

Durante los trabajos que puedan afectar a la vía pública, se colocará una visera de protección a la altura de la primera planta, para proteger a los transeúntes y a los vehículos de las posibles caídas de objetos.

2.3.8.2. Trabajos en instalaciones.

Los trabajos correspondientes a las instalaciones de fontanería, eléctrica y de gas, deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

Antes de la ejecución de cualquier trabajo de reparación o de mantenimiento de los ascensores y montacargas, deberá elaborarse un Plan de Seguridad suscrito por un técnico competente en la materia.

2.3.8.3. Trabajos con pinturas y barnices.

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

2.3.9. Trabajos que implican riesgos especiales.

En la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 1, 2 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre.

Estos riesgos especiales suelen presentarse en la ejecución de la estructura, cerramientos y cubiertas y en el propio montaje de las medidas de seguridad y de protección. Cabe destacar:

- Montaje de forjado, especialmente en los bordes perimetrales.
- Ejecución de cerramientos exteriores.
- Formación de los antepechos de cubierta.
- Colocación de horcas y redes de protección.
- Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas
- Disposición de plataformas voladas.

Elevación y acople de los módulos de andamiaje para la ejecución de las fachadas.

2.3.10. Medidas en caso de emergencia.

El contratista deberá reflejar en el correspondiente plan de seguridad y salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de

primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

2.3.11. Presencia de los recursos preventivos del contratista.

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la legislación vigente en la materia.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente plan de seguridad y salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.

Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2.4. Pliego de condiciones

Representación del contratista. Jefe de obra

Artículo 1.- El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

Oficina en la obra

Artículo 2.- El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 3.- El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisa-mente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Artículo 4.- Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Director de Obra o Director de Ejecución de la Obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto Director de la Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Recusación por el contratista del personal nombrado por el ingeniero

Artículo 5.- El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

Artículo 6.- El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo acordado entre el Contratista y el Promotor, quedado este último obligado a comunicar fehacientemente a la dirección facultativa, el comienzo de las obras con una antelación mínima de quince días.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la dirección facultativa del comienzo de los trabajos al menos con quince días de antelación.

Orden de los trabajos

Artículo 7.- En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación por la Dirección Facultativa.

Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 8.- Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

Prórroga por causa de fuerza mayor

Artículo 9.- Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Arquitecto. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Arquitecto, la causa que impide la ejecución o

la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

Artículo 10.- El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 11.- Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, en función de las atribuciones que les confiere a cada técnico la LOE, y dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

Trabajos defectuosos

Artículo 12.- El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete a la dirección facultativa, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de la ejecución de las obras advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la

recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

Vicios ocultos

Artículo 13.- Si el director de la ejecución de las obras tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

Artículo 14.- El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al director de la ejecución de las obras una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Materiales no utilizables

Artículo 15.- El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el director de ejecución de las obras o, pero acordando previamente con el

Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 16.- Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el director de la ejecución de las obras dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Limpieza de las obras

Artículo 17.- Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

De las recepciones provisionales

Artículo 18.- Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Arquitecto y del Aparejador o Arquitecto Técnico. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados,

fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Artículo 19.- Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

Pago de arbitrios

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, ocupación de vía pública, acometidas provisionales vallas publicitarias etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

2.5. Mediciones y presupuesto

PRESUPUESTO N° 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, hasta una profundidad mínima de 25 cm, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.	3.541	0,76	2.691,16
1.2	M ³	Excavación en zanjas para cimentaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	49,6075	23,97	1.189,092
1.3	M ³	Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.	69,465	21,01	1.459,46
1.4	M ³	Excavación en pozos para cimentaciones en suelo de arcilla semidura, con medios	21,0975	22,04	464,9889

		mecánicos, retirada de los materiales excavados y carga a camión.			
TOTAL PRESUPUESTO N°1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO					5.804,701

Tabla 2.36. Presupuesto del acondicionamiento del terreno.

PRESUPUESTO N° 2 CIMENTACIÓN Y SOLERA					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.1	M ³	Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 79,451 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	28,51	145,69	4.153,622
2.2	M ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 60,167 kg/m ³ , sin incluir encofrado.	21,0975	145,69	3.073,695
2.3	M ³	Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, de 10 cm de espesor.	49,6075	88,45	4.387,783
2.4	M ²	Solera de 20 cm de espesor, realizada en hormigón HA-20/P/20/IIa N/mm ² , con mallazo soldado 150x150x6 mm, según EHE.	806,4	8,41	6.781,824
TOTAL PRESUPUESTO N° 2 CIMENTACIÓN Y SOLERA					18.396,92

Tabla 2.37. Presupuesto de la cimentación y solera.

PRESUPUESTO N° 3 SANEAMIENTO Y CONEXIONES					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.1		Arqueta con sumidero sifónico y desagüe directo lateral, registrable, de obra de fábrica, de dimensiones interiores 70x70x65 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado, sobre solera de hormigón en masa.	1	197,82	197,82
3.2		Arqueta sifónica, registrable, de obra de fábrica, de dimensiones interiores 70x70x80 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado, sobre solera de hormigón en masa.	1	194,8	194,8
3.3	M	Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 250 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.	48,65	87,83	4.272,93
3.4		Conexión de la acometida del edificio a	1	163,07	163,07

		la red general de saneamiento del municipio.			
3.5		Sumidero sifónico de PVC, de salida vertical de 75 mm de diámetro, con rejilla de PVC de 200x200 mm.	1	19,47	19,47
TOTAL PRESUPUESTO Nº 3 SANEAMIENTO Y CONEXIONES					4.848,09

Tabla 2.38. Presupuesto de saneamiento y conexiones.

PRESUPUESTO Nº 4 ESTRUCTURA METÁLICA					
Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
4.1		Estructura metálica S275JR, acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 4,599 kg/m³, pilares metálicos simples y vigas metálicas simples UNE-EN 10025 S275JR.			
4.2	M	VIGA (IPE-140)	73,18	12,77	934,5086
4.3	M	VIGA (IPE-160)	48	15,65	751,2
4.4	M	VIGA (IPE-270)	78,8	37,53	2.957,364
4.5	M	VIGA (IPE-330)	189,85	56,72	10.768,29
4.6	M	PILAR (HEA-180)	8,41	36,91	310,4131
4.7	M	PILAR (HEA-200)	8,41	44,31	372,6471
4.8	M	PILAR (HEA-220)	16,82	60,83	1.023,161
4.9	M	PILAR (HEA-320)	133,38	120,8	16.112,30
4.10	M	PILAR (IPE-160)	32,01	15,65	500,9565
4.11	M	CARTELA “1.5 m” (IPE-330)	21	56,72	1.191,12
4.12	Kg	PLACA DE ANCLAJE	1.168,2	1,1	1.285,02
4.13	M	BARRA DE ARRIOSTRAMIENTO	190	4,23	803,7
TOTAL PRESUPUESTO Nº 4 ESTRUCTURA METÁLICA					35.324,97

Tabla 2.39. Presupuesto estructura metálica.

PRESUPUESTO Nº 5 CUBIERTA					
Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
5.1	M ²	Panel sándwich de espesor 40 mm	854	45,56	38.908,24
5.2		Correa de cubierta	691,2	8,68	5.999,616
5.3		Bajante de PVC de Ø110 mm, para drenar toda el agua pluvial recogida por la cubierta, con codos y sujeción a la estructura	31	4,13	128,03
5.4		Canalón de chapa plegada galvanizada y plegada con espesor 1 mm fijado a la estructura mediante tornillos	78	3,61	281,58
TOTAL PRESUPUESTO Nº 5 CUBIERTA					45.317,47

Tabla 2.40. Presupuesto de cubierta.

PRESUPUESTO Nº 6 CERRAMIENTO					
Nº	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL

6.1		Panel sándwich de espesor 40 mm	591	45,56	26.925,96
6.2		Correa de cerramiento en fachada como lateral de la nave	422,52	6,23	2.632,3
6.3		Muro con una altura de 3 metros, de bloques de hormigón	4170	0,5	2.084,625
TOTAL PRESUPUESTO N° 6 CERRAMIENTO					31.642,89

Tabla 2.41. Presupuesto de cerramiento.

PRESUPUESTO N° 7 ENTREPLANTA					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
7.1	M ²	Colocación de madera DM para suelo de oficina con 1.5 cm de espesor	100	11,43	1.143
7.2	M	Tabiques de separación de habitaciones y cerramiento de habitaciones de 100 mm	86,01	7,64	657,1164
7.3		Puerta elevada articulada (5,7*5,5 m)	2	900	1.800
7.4		Puerta practicable de entrada, 2 hojas (1,40*2,1 m)	2	500	1.000
7.5		Puerta abatible (0,83*2,03 m)	2	70	140
7.6		Puerta corredera simple en muro (0,63*2,03 m)	1	95	95
7.7		Puerta corredera simple en muro (0,83*2,03 m)	2	120	240
7.8		Puerta de cristal abatible en cristalera (1,19*2,38 m)	1	340	340
7.9	M ²	Escaparate de cristal para oficina	42	55	2.310
7.10		Escalera con descanso y 16 peldaños	1	1.690	1.690
7.11	M ²	Techo oficina insonorizado de pladur con espesor de 13 mm	96	25	2.400
7.12		Ventana fija (2,1*0,7 m)	4	160	640
7.13		Ventana fija (1,4*0,7 m)	1	130	130
TOTAL PRESUPUESTO N° 7 ENTREPLANTA					12.585,12

Tabla 2.42. Presupuesto de Entreplanta.

PRESUPUESTO N° 8 MAQUINARIA					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
8.1		Cabina de pintura	1	12.000	12.000
8.2		Soldadura (por puntos, eléctrica,...)	2	1.070,11	2.140,22
8.3		Plegadora de chapa	1	4.000	4.000
8.4		Taladro sobre banco	1	406	406
8.5		Lijadora portátil	2	90	180
8.6		Curvadora	1	1.526	1.526
8.7		Apretadora-aflojadora	2	1.124,13	2.248,26
8.8		Compresor de aire	2	576	1.152

8.9		Cizalladora	1	1.650,23	1.650,23
TOTAL PRESUPUESTO N° 8 MAQUINARIA					25.302,71

Tabla 2.43. Presupuesto de maquinaria.

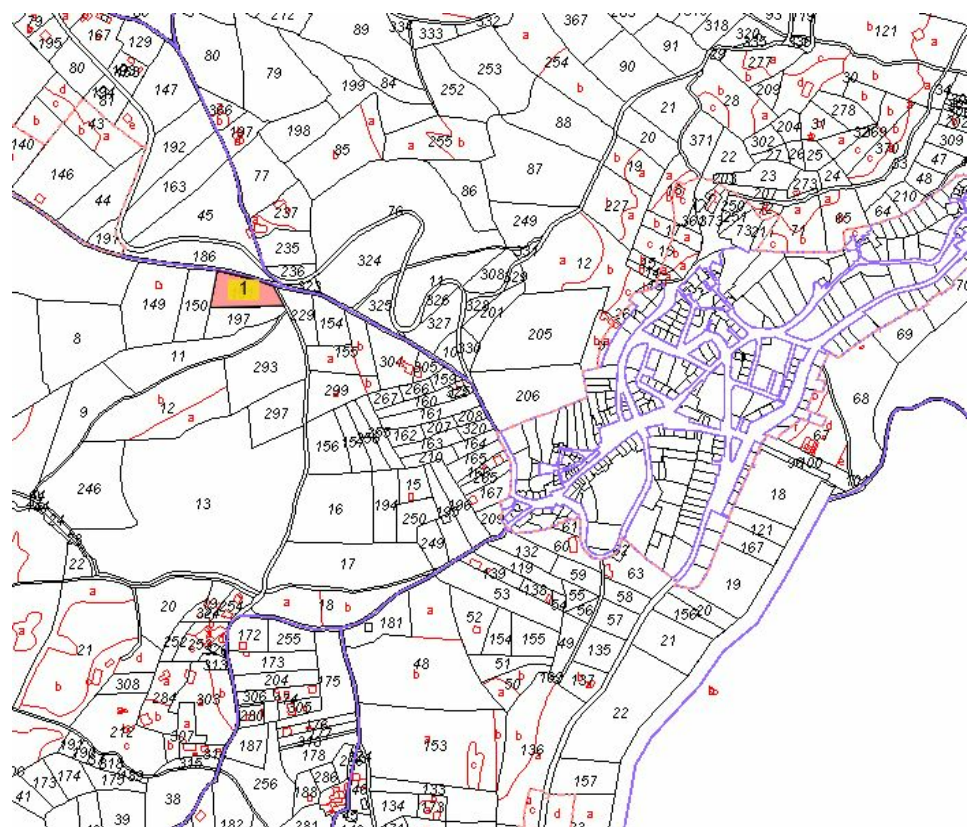
PRESUPUESTO N° 9 EXTERIOR					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
9.1		Zona aparcamiento	1	450	450
9.2	M ²	Alquitrán	2400	10.2	24.480
9.3	M	Valla perimetral	240	62	14.880
9.4		Puerta de acceso	1	980,82	980,82
TOTAL PRESUPUESTO N° 9 EXTERIOR					40.790,82

Tabla 2.44. Presupuesto exterior.

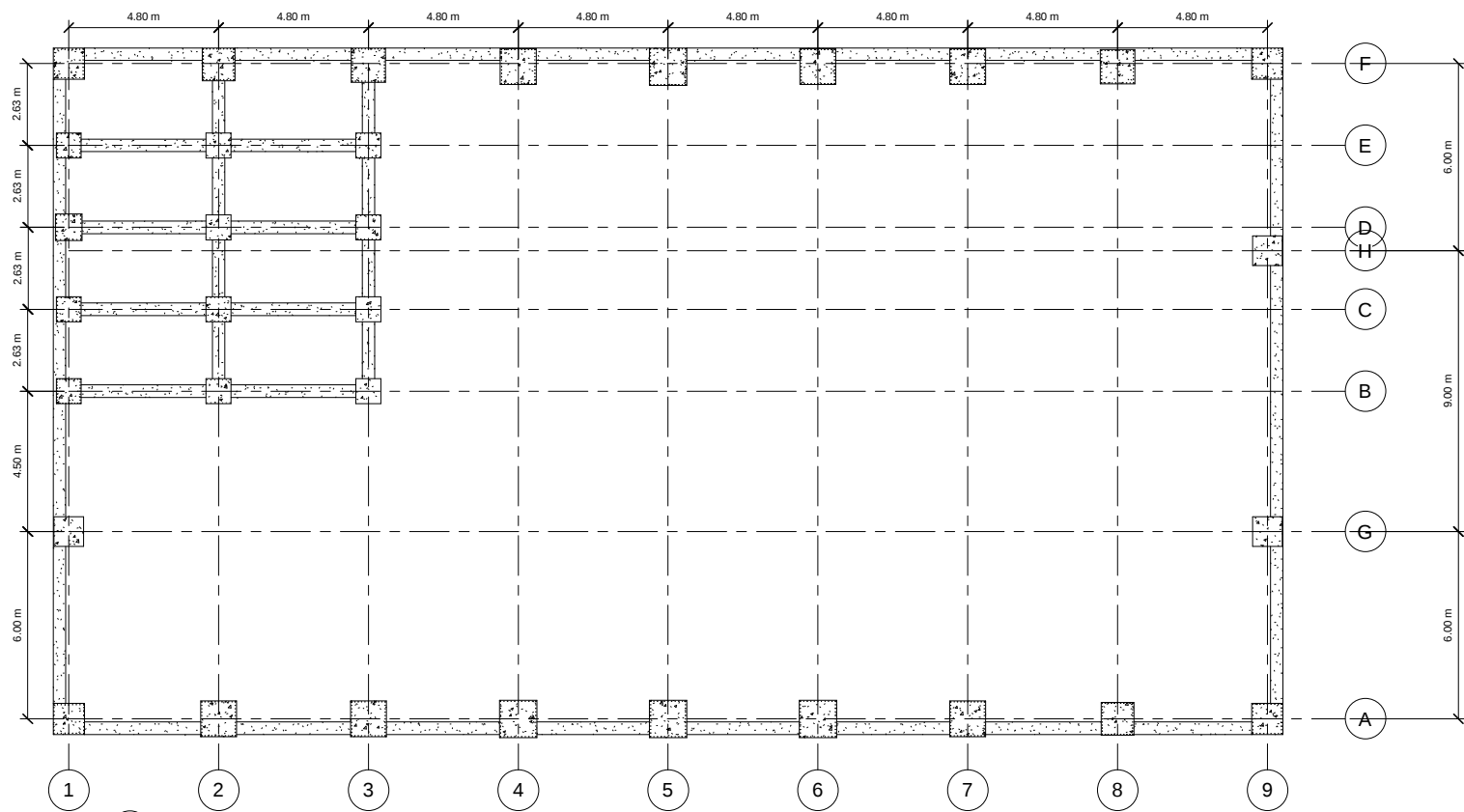
RESUMEN PRESUPUESTO					
N°	UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1		ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	1	5.804,701	5.804,701
2		CIMENTACIÓN Y SOLERA	1	18.396,92	18.396,92
3		SANEAMIENTO Y CONEXIONES	1	4.848,09	4.848,09
4		ESTRUCTURA METÁLICA	1	35.324,97	35.324,97
5		CUBIERTA	1	45.317,47	45.317,47
6		CERRAMIENTO	1	31.642,89	31.642,89
7		ENTREPLANTA	1	12.585,12	12.585,12
8		MAQUINARIA	1	25.302,71	25.302,71
9		EXTERIOR	1	40.790,82	40.790,82
TOTAL RESUMEN PRESUPUESTO					220.013,7

Tabla 2.45. Presupuesto total.

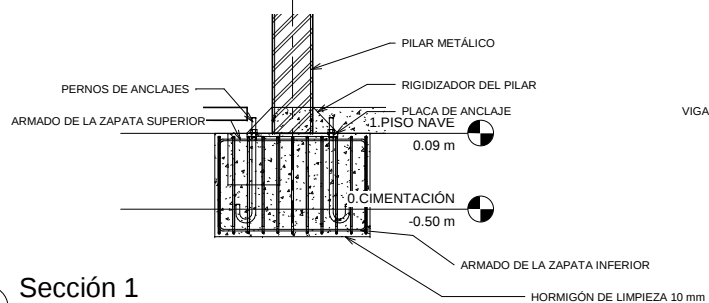
3. PLANOS



	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	15/06/2018	Ismael Olivas Gómez			
COMPROBADO					
ESCALA:	Diseño y Construcción de Nave Industrial entorno BIM				Nº PLANO:
					1/8
	Emplazamiento				SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

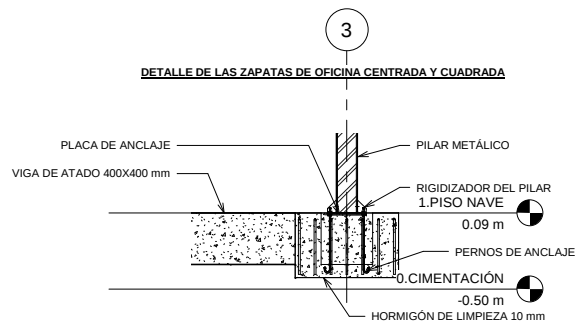


DETALLE DE LAS ZAPATAS CENTRADA Y CUADRADA



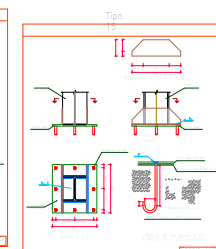
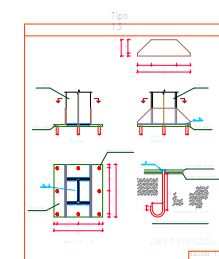
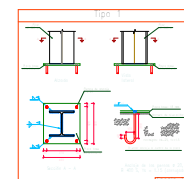
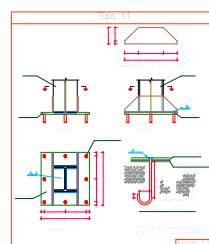
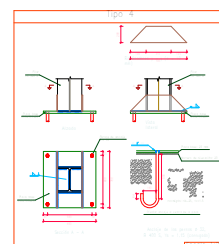
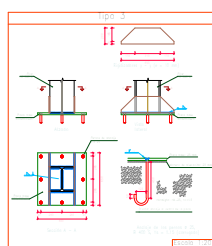
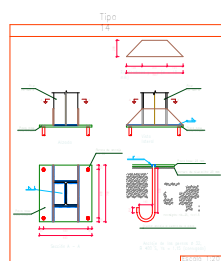
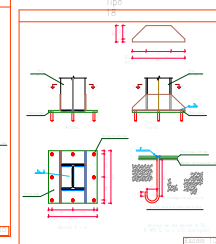
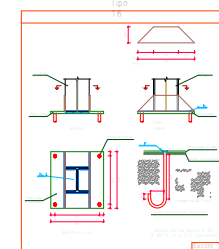
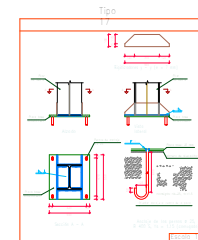
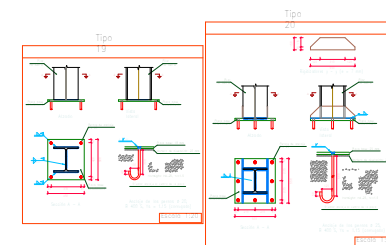
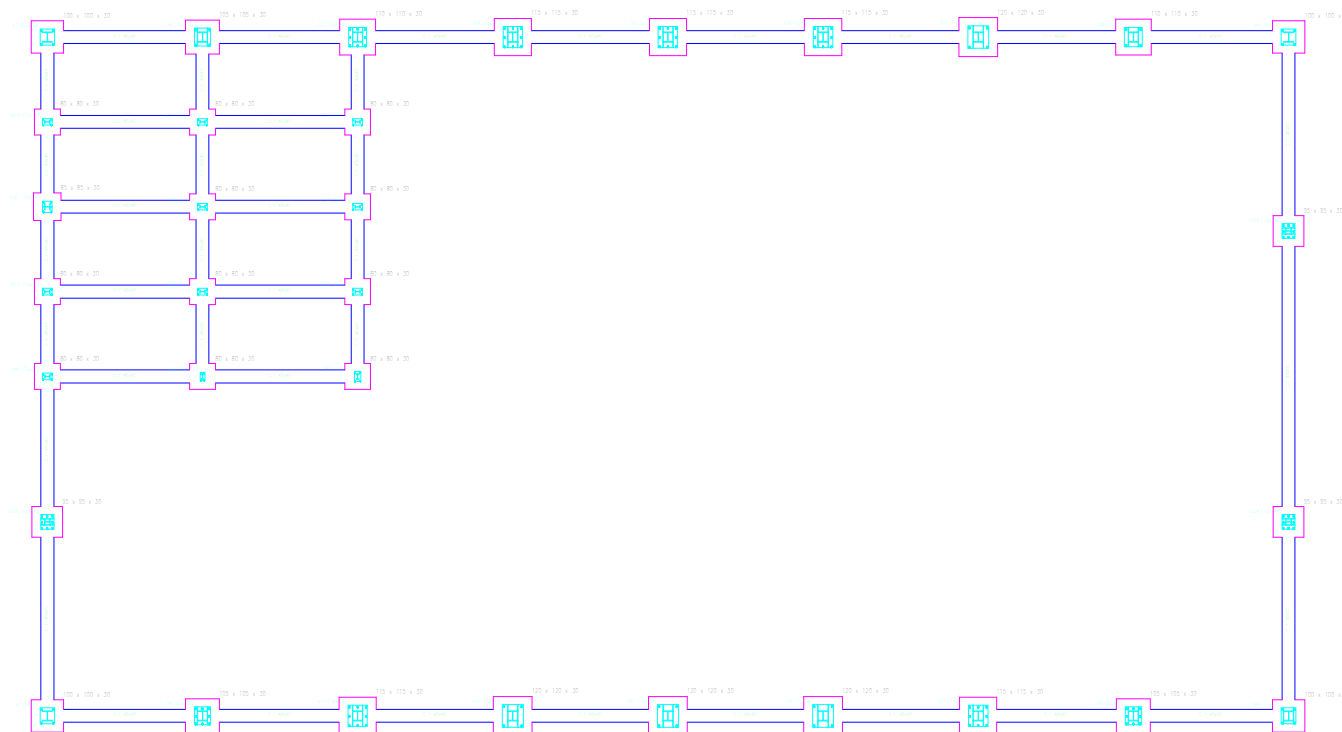
2 Sección 1
1 : 25

DETALLE DE LAS ZAPATAS DE OFICINA CENTRADA Y CUADRADA



3 Sección 2
1 : 25

	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO COMPROBADO	20/09/20	DANIEL OLIVERA GÓMEZ			
ESCALA: 1:100	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM				N° PLANO: 2/8
CIMENTACIÓN					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:



Resumen Acero	Long. total	Peso=100	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje	(m)	(kg)	
Ø 400 x 15x1,15	768,0	188	
Ø 6	734,2	319	
Ø 12	713,0	896	1203

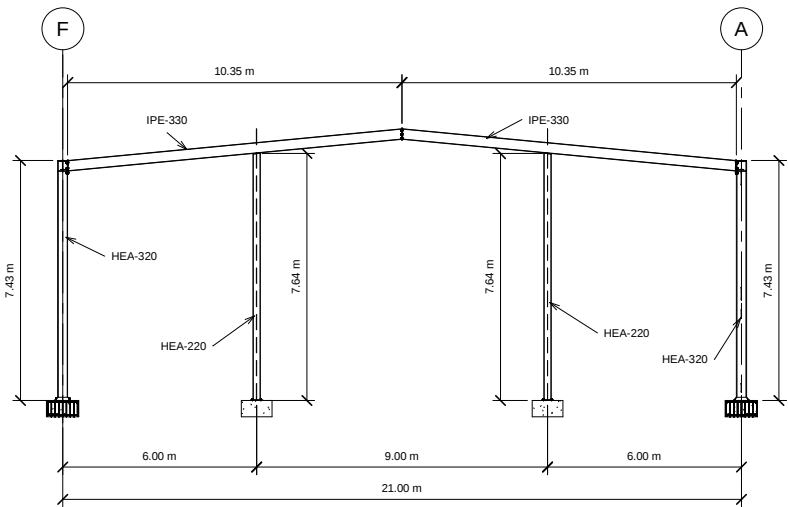


Referencia	Modelo	Propuesta de Placa de Anclaje
Ø 400 x 15x1,15	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 6 x 30	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 12	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 400 x 15x1,15	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 6 x 30	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 12	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 400 x 15x1,15	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 6 x 30	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15
Ø 12	4. Placa 8 x 30	Ø 400 x 15x1,15

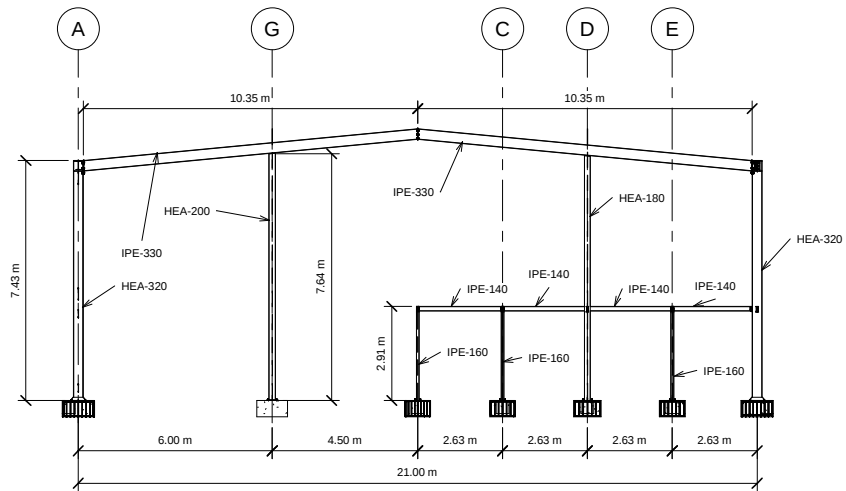
FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	COMPROBADO		
ESCALA: 1:100 DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM			Nº PLANO: 3/8 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:

PLACA ANCLAJE

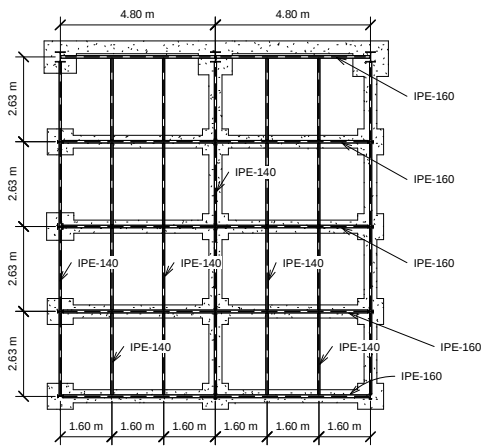
PÓRTICO DE FACHADA POSTERIOR



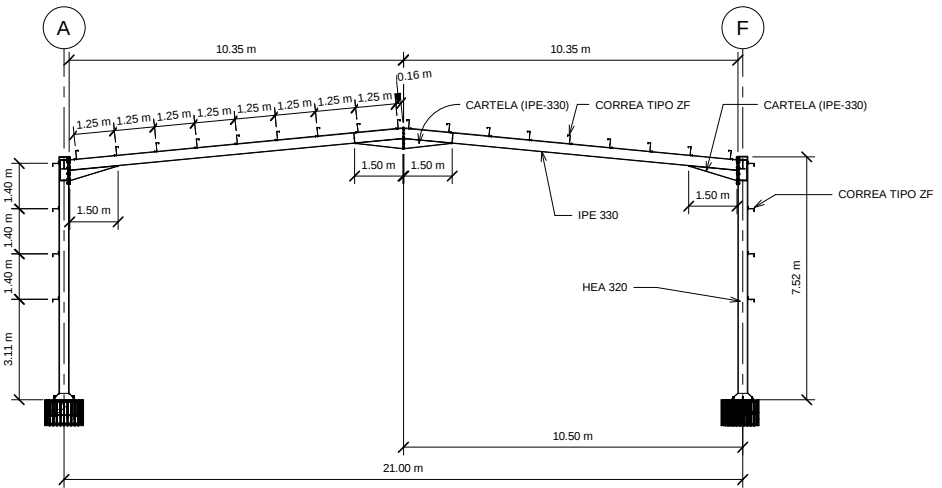
PÓRTICO DE FACHADA DE OFICINA



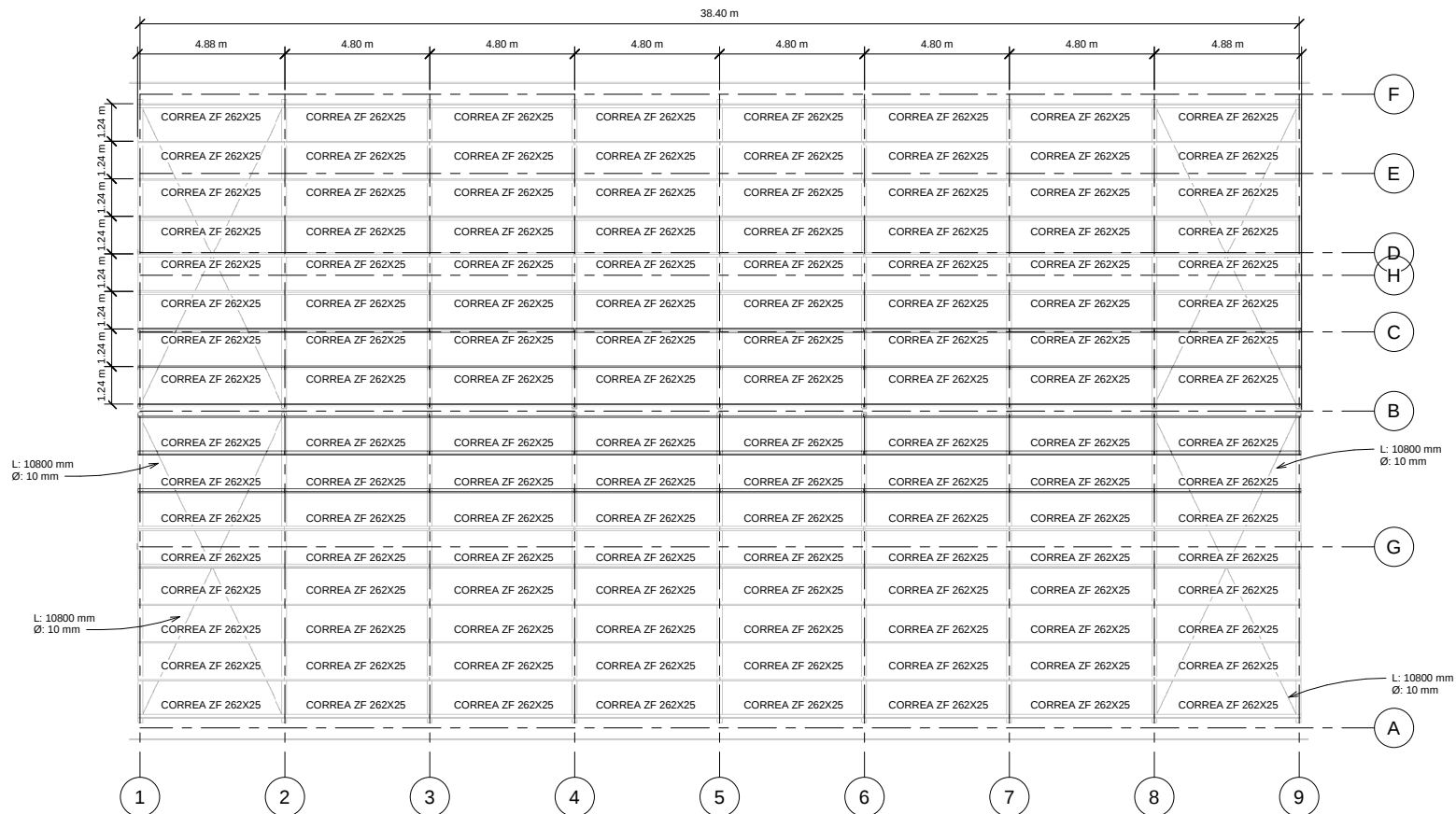
ESTRUCTURA OFICINA



PÓRTICO PRINCIPAL

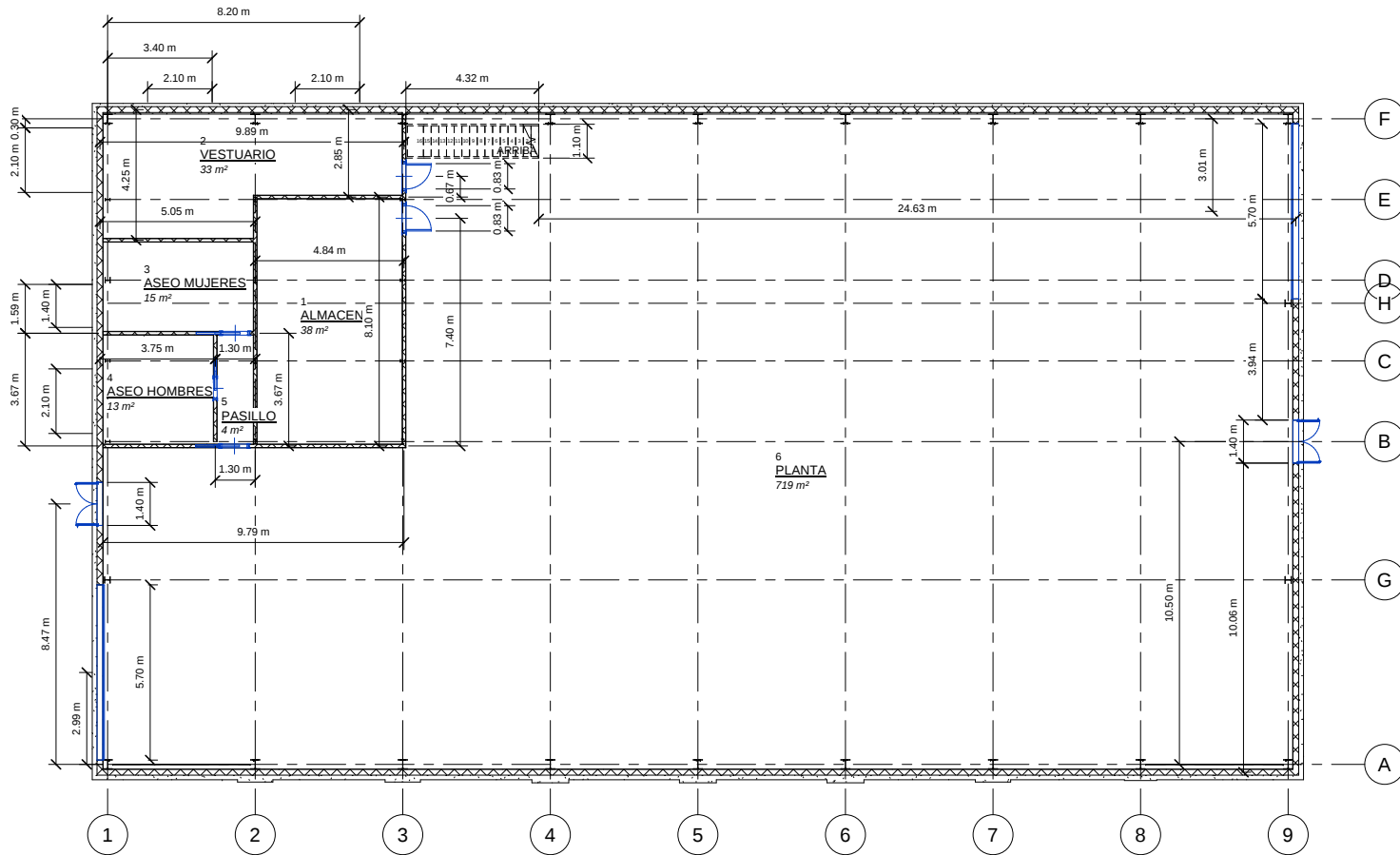


FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	COMPROBADO		
ESCALA:	1:100	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM	
PÓRTICOS			Nº PLANO: 5/8
			SUSTITUYE A:
			SUSTITUIDO POR:

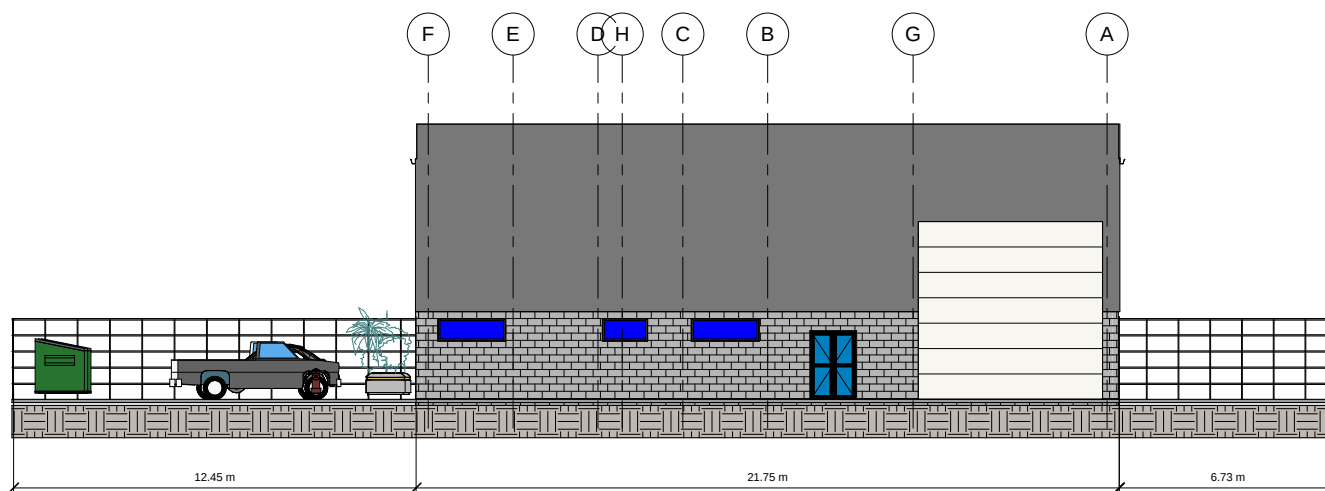
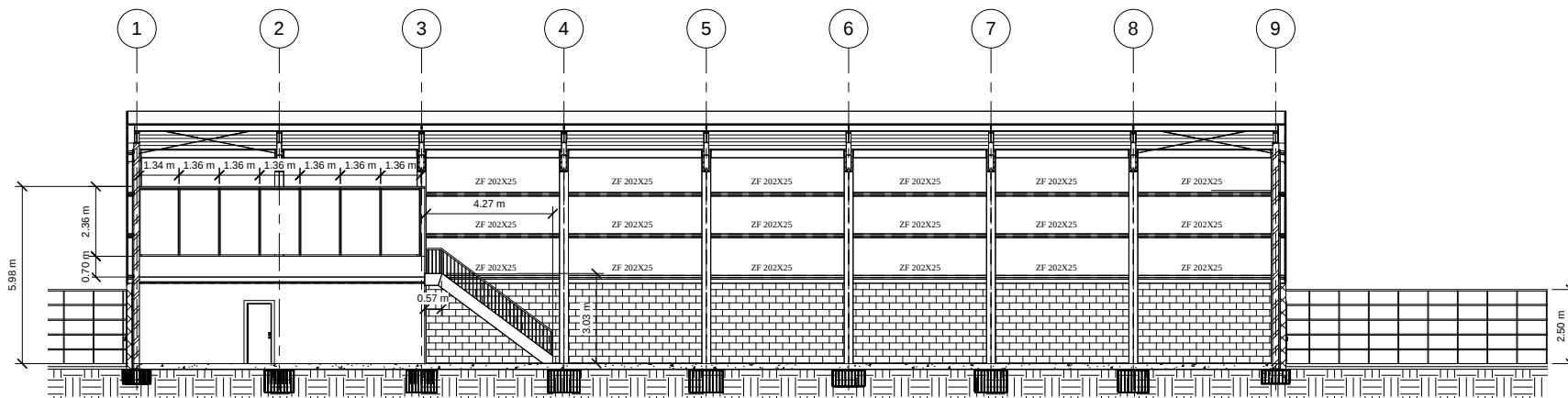


EN LA REJILLA Nº 1 PERTENECE AL PÓRTICO: "PÓRTICO DE FACHADA DE OFICINA"
 EN LA REJILLA Nº 9 PERTENECE AL PÓRTICO CUYO NOMBRE : "PÓRTICO DE FACHADA POSTERIOR"
 LAS REJILLAS ENTRE EL Nº 2 Y Nº 8 PERTENECE AL PÓRTICO CON NOMBRE: "PÓRTICO PRINCIPAL"

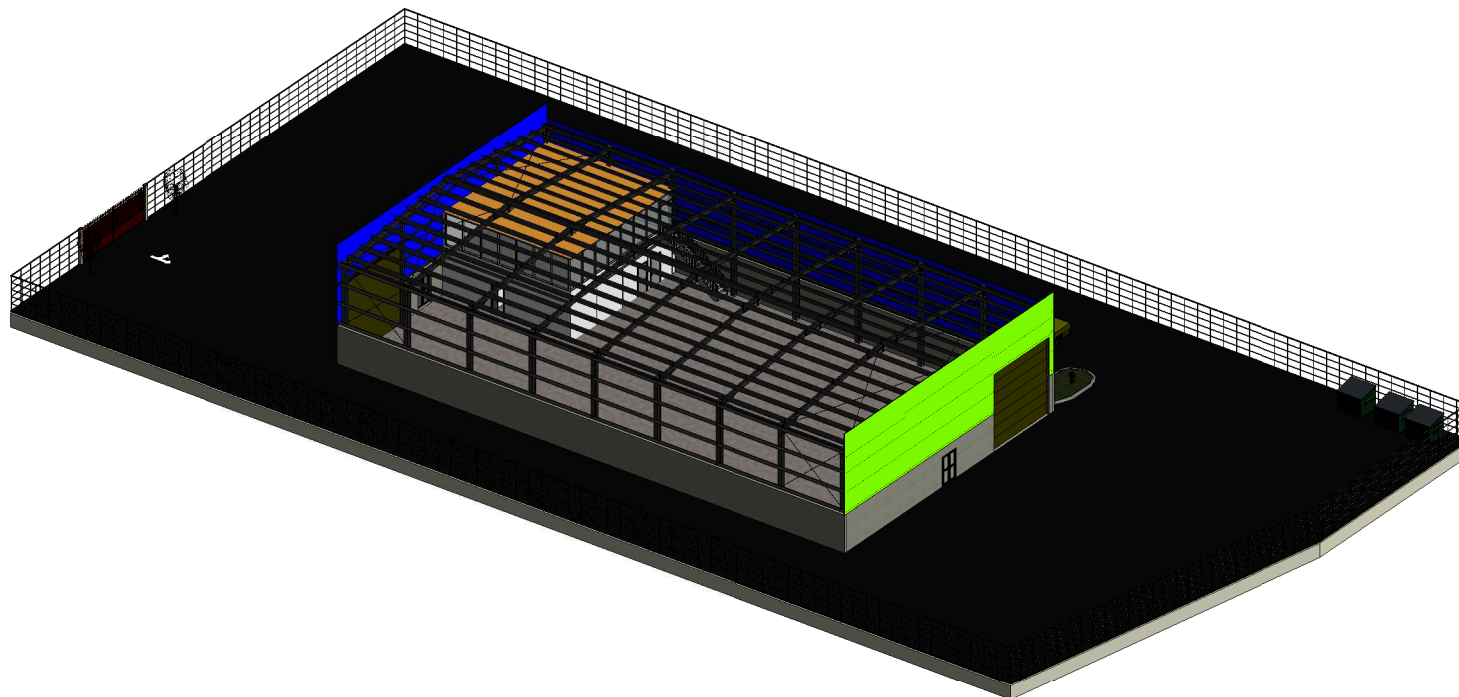
FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	COMPROBADO		
ESCALA: 1:100			Nº PLANO: 6/8
CUBIERTA			SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:



FECHA		NOMBRE		FIRMA			ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO		ISMAEL OLIVERA GÓMEZ					Nº PLANO: 7/8	
COMPROBADO								
ESCALA: 1:100		DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM						
		ENTREPLANTA					SUSTITUYE A:	
							SUSTITUIDO POR:	



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	 ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	FECHA	ISMAEL OLIVERA GÓMEZ		
COMPROBADO				
ESCALA: 1:100		DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM		Nº PLANO: 8/8
ALZADO				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA		ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	DISEÑADOR	DANIEL OLIVAS GÓMEZ			
COMPROBADO					
ESCALA: 1:200	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE NAVE INDUSTRIAL ENTORNO BIM				Nº PLANO: 9/9
VISTA 3D					SUSTITUYE A:
					SUSTITUIDO POR:

4. ANEXO



FIGURA: 4.1. Zanjas para las vigas de atado.



FIGURA: 4.2. Introducción de hormigón HA.



FIGURA: 4.3. Forjado para cimentación.



FIGURA: 4.4. Colocación de placas de anclaje y encofrado de la cimentación.



FIGURA: 4.5. Placa de anclaje.



FIGURA: 4.6. Armazón estructural de la oficina.



FIGURA: 4.7. Correa de cubierta.

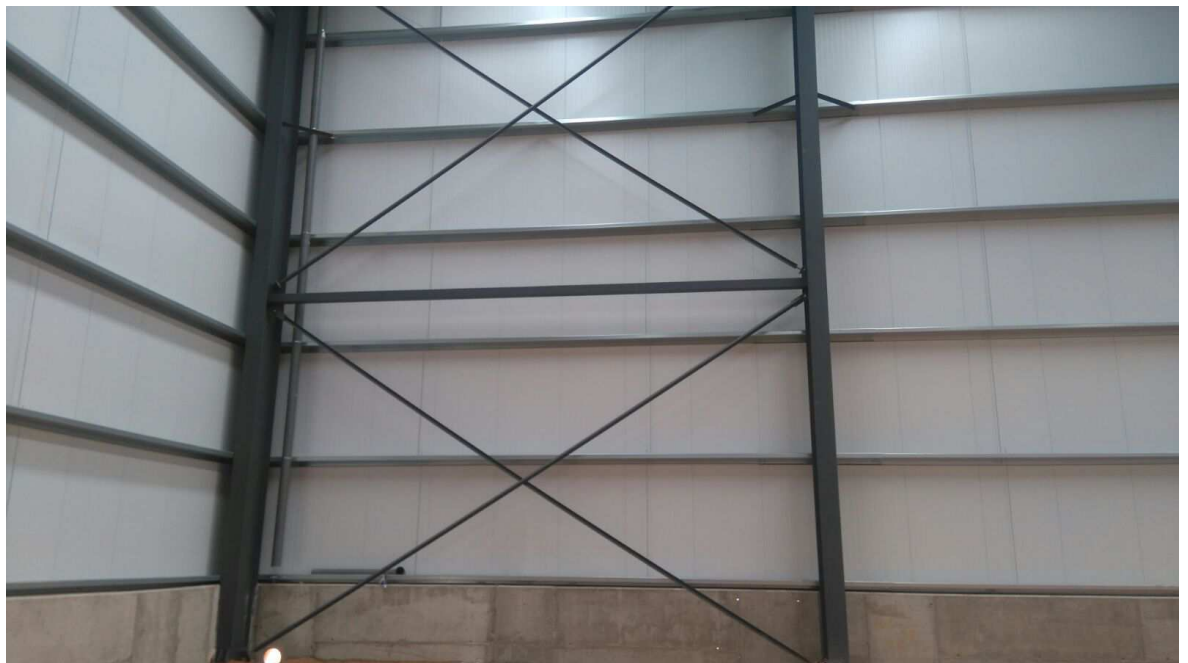


FIGURA: 4.8. Arriostramiento lateral.



FIGURA: 4.9. Rigidizador en la base de los pilares.



FIGURA: 4.10. Correas laterales



FIGURA: 4.11. Pórticos colocados en situación.



FIGURA: 4.12. Colocación de paneles sándwich.

5. BIBLIOGRAFIA

Teoría de la asignatura proyectos de 4º ingeniería mecánica.

Empresas: AÑURI-OICON, km 9, Cr San Sebastian, 31195 Añézcar

<http://www.culturaenpositivo.es/edad-naves-industriales/>

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2004/BOE-A-2004-21216-consolidado.pdf>

www.coade.org.82

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Acero/Textos/ProntuarioPerfilesAcero.pdf

Base de datos de Cype

Ministerio de Fomento, EAE Instrucción de Acero Estructural, España, Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica Ministerio de Fomento, 2011.

Ministerio de Fomento, EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural, España, Centro de Publicaciones Secretaria General Técnica Ministerio de Fomento, 2011.

