

GRADO EN INGENIERIA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***NAVE INDUSTRIAL PARA GANADO
EQUINO Y DESARROLLO DE
ACTIVIDADES ECUESTRES***

DOCUMENTO 2 – MEMORIA

Alumno/Alumna: Arenal Fernández, Alazne

Director/Directora: Marcos Rodríguez, Ignacio

Curso: 2017-2018

Fecha: Martes, 24 de Julio de 2018

ÍNDICE DE LA MEMORIA

2.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	pág. 1
2.2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	pág. 2
2.2.1. Descripción.....	pág. 2
2.2.2. Requisitos de diseño.....	pág. 3
2.2.3. Análisis de soluciones.....	pág. 3
2.2.4. Distribución de la nave.....	pág. 3
2.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	pág. 5
2.3.1. Construcción de la nave.....	pág. 7
2.3.2. Cimentación.....	pág. 7
2.3.3. Estructura de los pórticos.....	pág. 8
2.3.4. Correas.....	pág. 9
2.3.5. Pórticos.....	pág. 10
2.3.6. Cerramiento de cubierta.....	pág. 11
2.3.7. Cerramiento lateral.....	pág. 12
2.3.8. Forjado de entreplanta.....	pág. 13
2.3.9. Arriostramientos.....	pág. 14
2.3.10. Uniones.....	pág. 16
2.3.11. Solera.....	pág. 16
2.3.12. Escaleras.....	pág. 16
2.3.13. Puertas de paso.....	pág. 17
2.3.14. Canalón y bajantes.....	pág. 17
2.3.15. Alicatado.....	pág. 17
2.3.16. Pavimento	pág. 17
2.3.17. Pinturas.....	pág. 17
2.4. NORMAS URBANISTICAS Y REFERENCIAS.....	pág. 18
2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	pág. 18
2.4.2. Bibliografía.....	pág. 20
2.4.2.1. Libros.....	pág. 20
2.4.2.2. Prontuarios y Catálogos.....	pág. 20
2.4.2.3. Páginas web.....	pág. 20

2.4.3. Programas de cálculo.....	pág. 20
2.4.3.1. CYPE 2016.....	pág. 20
2.4.3.2. CESPLA.....	pág. 20
2.4.3.3. AUTOCAD.....	pág. 20
2.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.....	pág. 21
2.5.1. El REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre.....	pág. 21
2.5.1.1. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.	pág. 22
2.5.1.2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.....	pág. 25
2.5.1.2.1. Fachadas Accesibles.....	pág. 25
2.5.1.2.2. Sectorización de los establecimientos industriales.....	pág. 25
2.5.1.2.3. Materiales.....	pág. 25
2.5.1.2.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	pág. 27
2.5.1.2.5. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.	pág. 27
2.5.1.2.6. Evacuación de los establecimientos industriales.....	pág. 29
2.5.1.2.7. Elementos de la evacuación.....	pág. 29
2.5.2. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.....	pág. 30
2.5.2.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación.....	pág. 30
2.5.2.2. Cálculo de la ocupación.....	pág. 30
2.5.2.3. Dimensionado de los medios de evacuación.....	pág. 31
2.5.2.4. Protección de las escaleras.....	pág. 32
2.5.2.5. Dotación de instalaciones de protección contra incendios.....	pág. 32
2.5.2.6. Señalización de los medios de evacuación.....	pág. 33
2.6. PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	pág. 33
2.7. PRESUPUESTO GENERAL	pág. 34

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto que se va a realizar, consiste en diseñar y calcular una nave industrial con un pórtico adosado, cuyo uso estará destinado a ser ocupado por ganado equino y para actividades equinas. Además, tendrá una entreplanta, donde se ubicaran los servicios, vestuarios, comedor y una oficina para atender a clientes de forma telefónica o presencial y guardar la información de los animales.

La nave se situará en una parcela urbanizable en El Cabrio, en el Valle de Mena, municipio situado en la provincia de Burgos, donde se dispondrá de una superficie de 10.207 m^2 , de los que se emplearán 1.260 m^2 para la construcción de la nave.

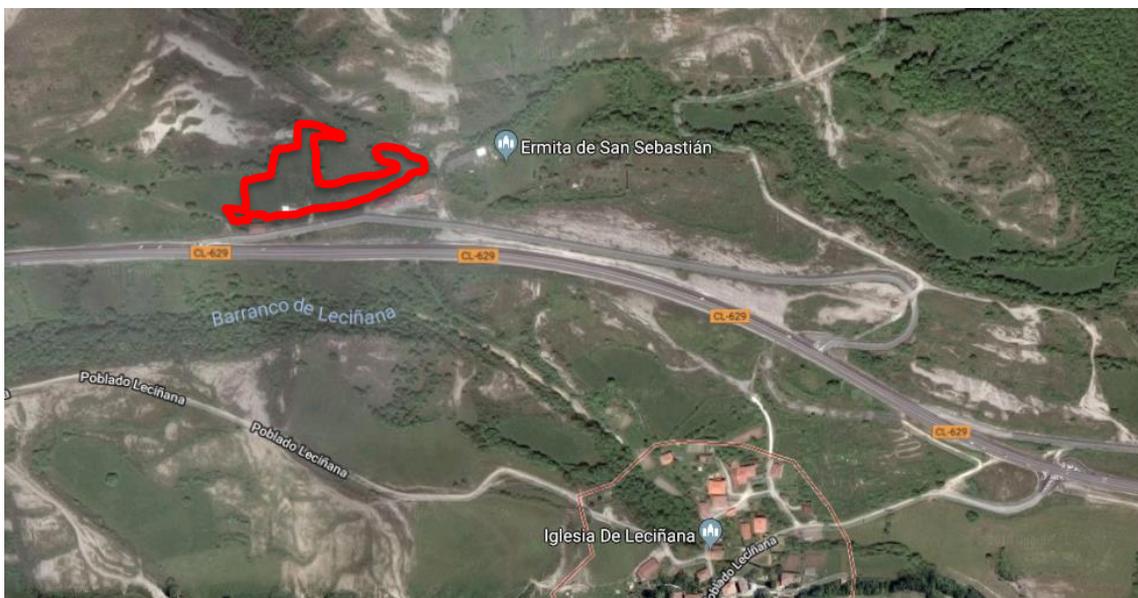


Figura 1. Localización en mapa



Figura 2. Emplazamiento de la parcela

2.2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.2.1. Descripción

Al ser una obra de nueva construcción, se aplica el Código Técnico de la Edificación (CTE) además de todos los Documentos Básicos que contiene, para todos los aspectos de la nave.

La finalidad de este proyecto es realizar la construcción de una nave para tener un lugar en el que el dueño pueda resguardar a sus caballos y guardar el material necesario para realizar actividades ecuestres con ellos, tanto privadas (solo el dueño) como para enseñanza a clientes, con un almacén adosado para guardar la comida para los animales. Tiene una capacidad de 10 caballos, cuarto de herraje, cuarto de herramientas, cuarto para el material de montar, vestuarios, servicios, un comedor y una oficina.

El edificio industrial es de estructura metálica, está compuesto por 7 pórticos transversales cada 7m, generando así 6 vanos. Consta de una nave principal a dos aguas con una inclinación de 15°, 24m de luz, 7,5m de altura libre y 10,51m de alto a la cumbre (de los cuales 0,5 m irán totalmente enterrados para así poder tener las zapatas a 0,5m de profundidad), y una nave adosada a un agua, de 4,5m de altura libre y 6m al punto más alto.

Las dimensiones de la nave son 42m de largo, 30m de ancho y 10,51m de alto, con un total de 1260m² construidos. Además tendrá una entreplanta que abarcará la longitud del último vano (7m) y la luz de toda la nave principal (24m) a una altura de 5,5m a partir de la solera, lo que le dará una superficie adicional de 336m² destinada al uso de una oficina, un comedor, vestuarios y servicios.

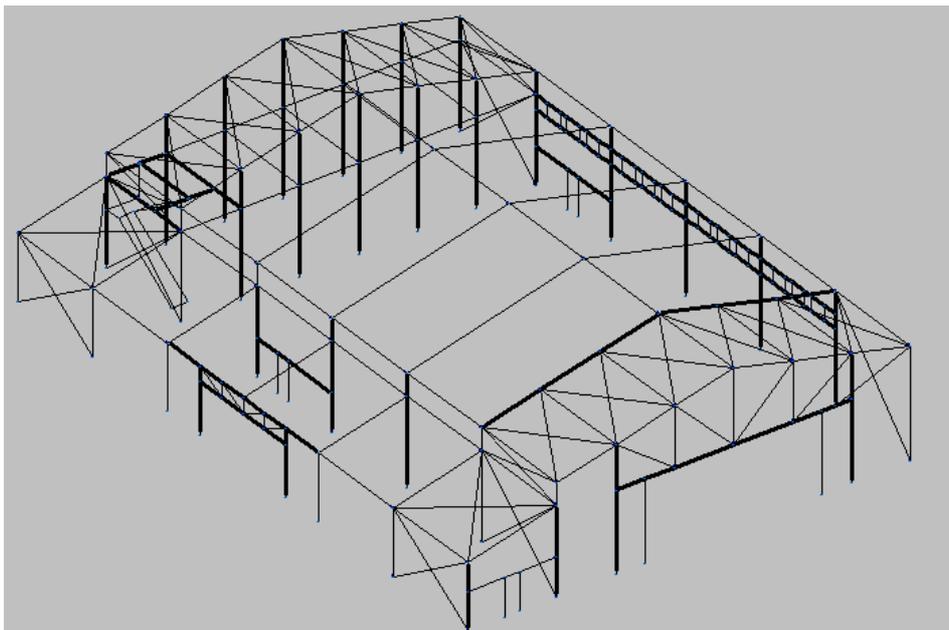


Figura 3. Esquema de la estructura

2.2.2. Requisitos de diseño

En este apartado se tendrán en cuenta las bases y datos establecidos por el cliente; por la legislación, reglamentación y normativa aplicables; el emplazamiento, y su entorno socioeconómico y ambiental; los interfaces con otros sistemas, elementos externos al proyecto u otros que condicionen las soluciones técnicas del mismo.

El principal requisito que debe cumplir este edificio es cumplimentar toda la normativa establecida por la ordenanza del ayuntamiento del Valle de Mena en cuanto a edificación.

El resto de requisitos se han cumplido según las normativas vigentes y las necesidades del cliente.

2.2.3. Análisis de soluciones

Se ha optado a realizar el diseño y la construcción de la nave mediante estructura metálica debido a las ventajas que presentan, como son su resistencia, ductilidad, homogeneidad, rapidez de montaje, menor coste de cimentación, las grandes luces que pueden aguantar, adaptabilidad, etc.

Además, la estructura metálica presenta la posibilidad de resolver ciertas partes en taller, de manera que en obra necesitarán menos operaciones para ser terminados, reduciendo así la posibilidad de que debido a malas condiciones ambientales queden peor resueltas.

Las uniones de los pórticos con la cimentación, se resuelven mediante pernos de anclaje embebidos en las zapatas. La estructura secundaria se compone de correas a base de perfiles IPE 220. Para el comportamiento como viga continua de las correas, se realiza un solape de las mismas.

Además, se cuenta con tirantes de acero de sección redonda para los arriostramientos en el entramado lateral formando Cruces de San Andrés para absorber los esfuerzos horizontales del viento.

El cerramiento será tipo sándwich formado por chapa exterior, aislamiento interior y chapa interior, cuyo espesor nominal del conjunto son 41mm para el de cubierta y 41mm para el de los laterales y hastiales.

2.2.4. Distribución de la nave

Se muestran a continuación las soluciones adoptadas para la distribución en planta del piso inferior y la de la entreplanta, con vistas de ambos:

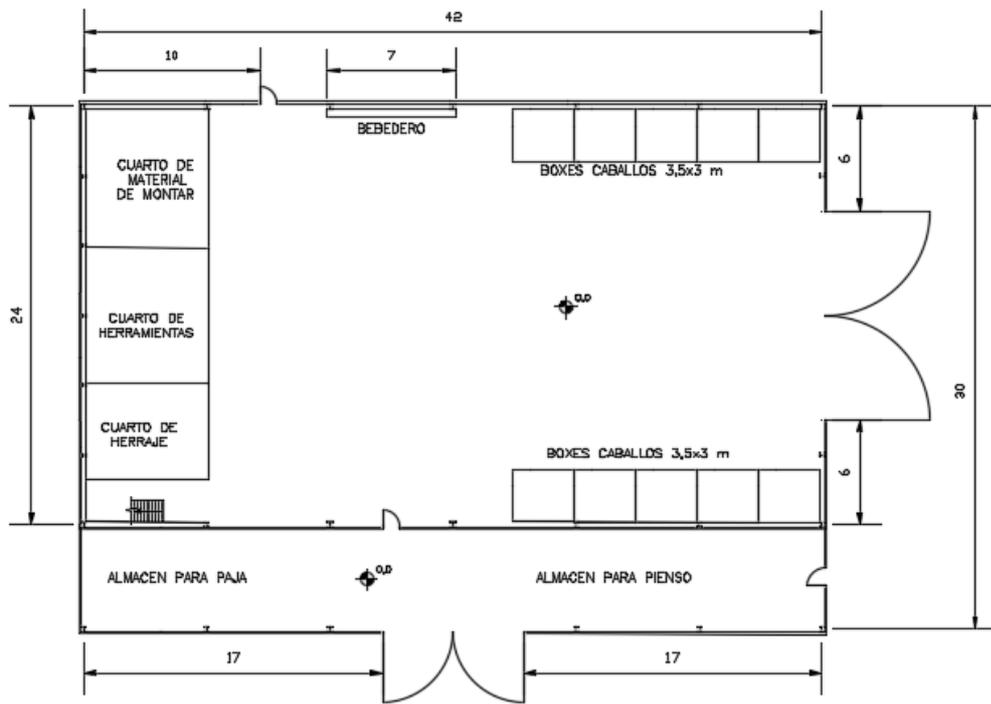


Figura 4. Distribución de la planta inferior

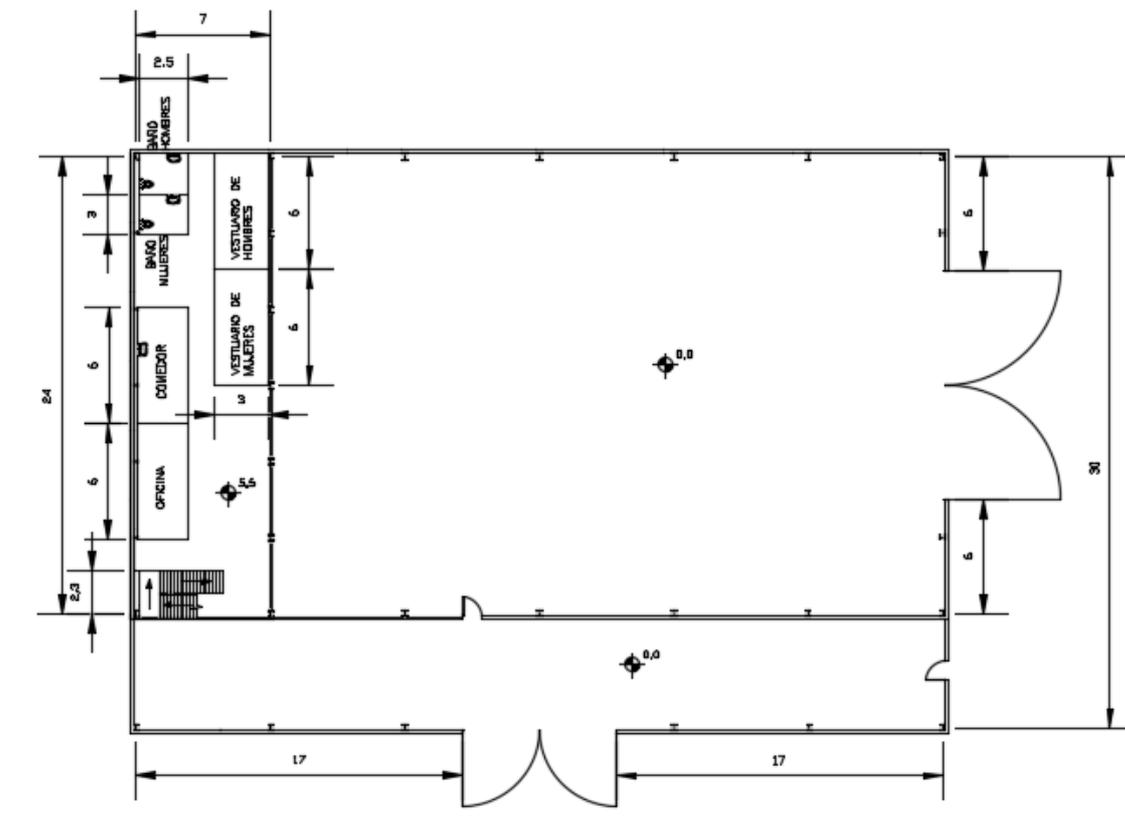


Figura 5. Distribución de la planta superior

2.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA

1) Trabajos previos

Previamente a comenzar con la construcción de la nave, se realizará un desbroce y limpieza de la parcela en la que se construirá la nave, que consistirá en excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno realizando un movimiento de tierras para eliminar la diferencia de cotas. De forma seguida se procederá al replanteo y señalización de las zanjas de cimentación antes de ser excavados, siempre de acuerdo con el documento de planos.

2) Excavación

Es la operación necesaria que se debe hacer para preparar el emplazamiento adecuadamente para las operaciones de cimentación; que incluyen la excavación, nivelación y evacuación del terreno y el transporte de los materiales obtenidos.

La excavación se realiza hasta el nivel donde se consiga una superficie lo suficientemente limpia y firme, dejando el fondo de la zanja libre de tierra o cualquier otro elemento que pueda debilitar su resistencia.

Después se hará la excavación de cimientos hasta el límite de profundidad indicado en el proyecto y se verterá una capa de hormigón de limpieza de 10cm para proceder al vertido del hormigón y la colocación de las armaduras de cimentación.

3) Cimentación

Toda la cimentación se realiza con hormigón HA 30, vertido previa eliminación de los obstáculos que se encuentren dentro de los límites de la excavación y previa colocación de las armaduras sobre el hormigón de limpieza de 10 cm.

Posteriormente se construyen las zapatas y las vigas de atado que las unen. Las vigas de atado serán sobredimensionadas para soportar un muro de hormigón armado para facilitar el remate del panel del cerramiento de los laterales, éste será de 1,5m desde la cota 0,0 (las zapatas irán 0,5m por debajo de la cota 0,0 y también el inicio del muro).

4) Red de saneamiento

Se construirán las arquetas y conductos necesarios calculados sobre el terreno, tanto para el abastecimiento como para la evacuación de aguas pluviales y fecales.

Además, la evacuación de las aguas pluviales constará con canalones en cubierta para la recogida de las aguas debido a las precipitaciones y evacuarlas por las bajantes correspondientes ubicadas en las fachadas del edificio.

5) Solera

La solera será de 20cm de espesor. Estará compuesta por hormigón armado HA 25 y para facilitar su colocación, se empleará un mallazo ME 150x150x10 B 500 T.

6) Montaje de la estructura

Los elementos que forman la estructura llegan prefabricados, para que en obra únicamente haya que realizar los montajes necesarios mediante tornillería.

Una vez la estructura principal esté montada, se realizan los arriostramientos mediante Cruces de San Andrés y vigas de atado.

Por último, se colocan tanto las correas de fachada como las de cubierta y los perfiles de las puertas.

7) Instalaciones

Se colocarán los conductos necesarios calculados para las instalaciones del edificio. Una vez estén instalados todos los conductos y tomas de corriente, será cuando se coloquen los urinarios y lavabos.

8) Acceso a la nave

La nave tiene 4 puertas de entrada. Dos de ellas son dobles, una para descarga de camiones y la otra principal, para entrada y salida de los animales. Las otras dos son simples, para el paso de las personas, y la otra será empleada en caso de evacuación.

2.3.1. Construcción de la nave

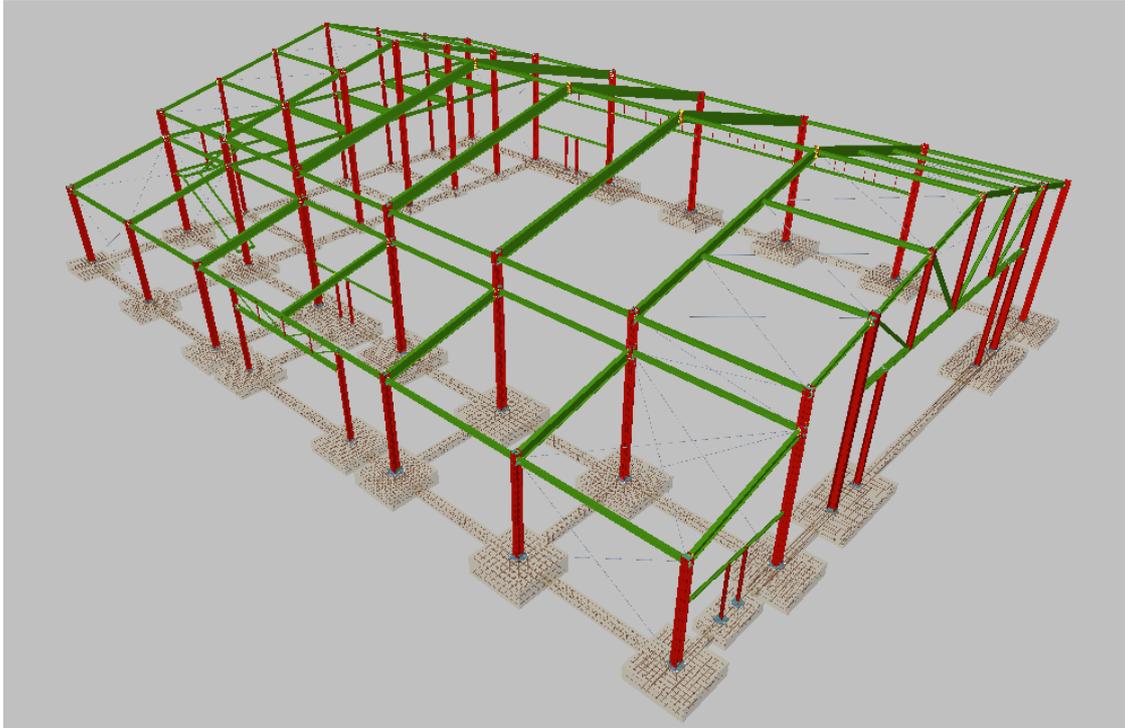


Figura 6. Estructura de la nave 3D

2.3.2. Cimentación

Está basada en distintos tipos de zapatas aisladas y vigas de atado, que pueden verse en el “DOCUMENTO 4.- PLANOS” del presente proyecto. Se construirán con hormigón armado HA-30 con un tamaño máximo de árido de 30 y con una capa de 10 cm hormigón de limpieza para la limpieza y nivelado de los fondos de toda la cimentación. Para las armaduras se empleará un acero corrugado B500S.

En las zapatas irán embebidos los pernos de anclaje para los pilares metálicos.

Se ha sobredimensionado en anchura las vigas de atado para dar soporte a un muro de hormigón armado que abarcará todo el perímetro excepto las zonas de puertas para facilitar el remate de los cerramientos de los paramentos verticales.

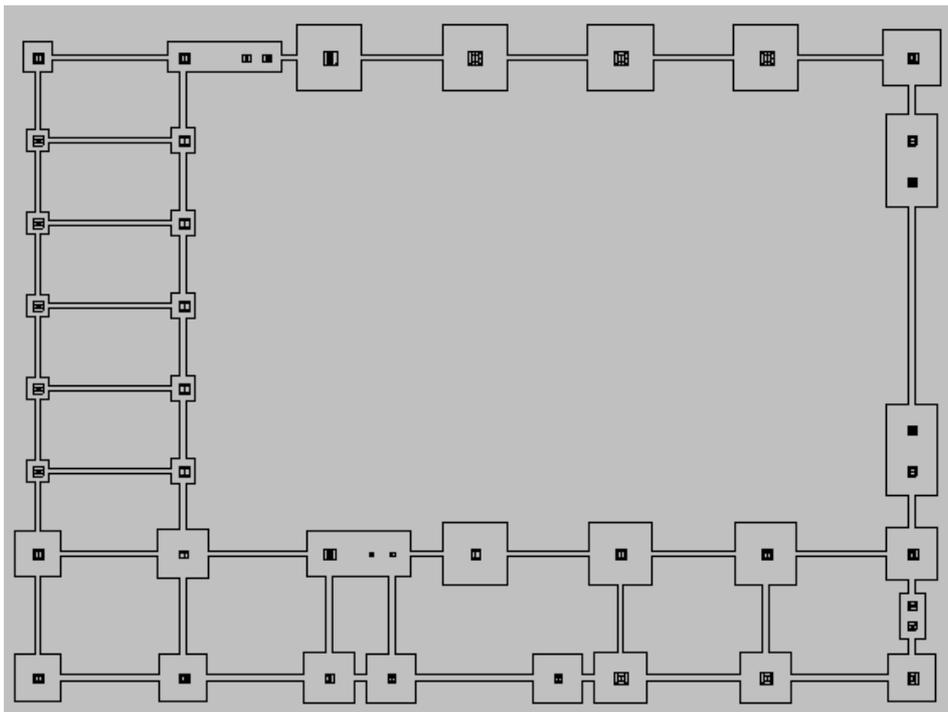


Figura 7. Cimentación

2.3.3. Estructura de los pórticos

La estructura de la nave, está formada por 7 pórticos con 24 metros de luz libre cada uno más 6 metros de luz de la nave adosada, con pilares metálicos de acero para todos los pórticos. La distancia entre pórticos es constante a lo largo de toda la longitud de la nave, 7 metros, lo que nos da una longitud total de 42 metros. Además, los elementos que componen la estructura son perfiles IPE, HEB, tubulares y redondos.

Los pórticos disponen de unos pilarillos, cuya función es principalmente la de cerrar la nave y soportar las cargas de viento en su dirección longitudinal. Para los pilarillos se utilizarán perfiles HEB girados 90º para facilitar la unión pilar-correa. El acero utilizado para la estructura es un acero S 275 JR.

En el “DOCUMENTO 4.-PLANOS” se podrá observar con detalle cada uno de los pórticos que forman la nave.

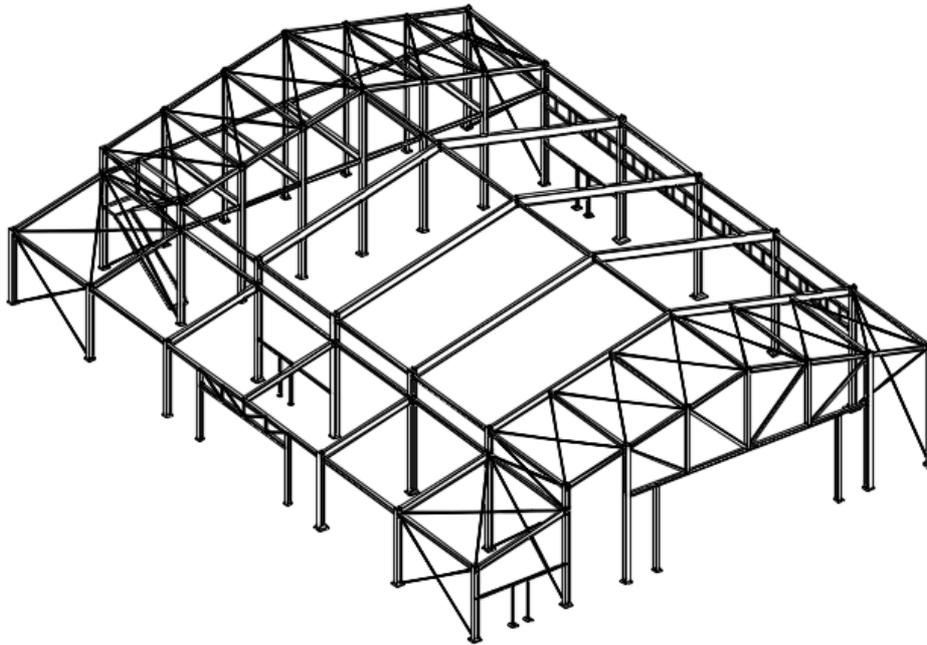


Figura 8. Estructura metálica 3D

2.3.4. Correas

Las correas se han calculado mediante el “Generador de Pórticos” del programa CYPE, tras realizar unos cálculos previos en los que se calculó el cerramiento a emplear y la distancia entre correas que sería necesario aplicar.

La organización más económica de las correas de cubierta es como vigas continuas apoyadas sobre 9 vanos en la cubierta más larga y 4 en la corta, y 3 vanos en la fachada corta y 5 en la larga, pues de esta forma las flechas producidas por las cargas serán mucho menores, por ser una disposición más rígida, donde también son menores los momentos flectores que solicitan a la viga, obteniendo como resultado secciones de menores dimensiones. Para poder asegurar esa continuidad en las correas, será necesario realizar empalmes, que se llevaran a cabo mediante conectores.

Tanto para la cubierta como para las fachadas se adoptará una distancia entre correas de 1,36 m. Se calculará para no sobrepasar los valores admisibles de resistencia y para que no se supere la flecha máxima admisible, tomándose para este valor $L/300$ siendo “L” para la cubierta distancia entre apoyos, que en este caso L es 4000mm y 7000 para las fachadas.

Como los vanos son de 7 m, se realizara la unión entre correas en cada vano, para que el manejo de las correas no se dificulte debido a largas longitudes de las mismas. Contaremos con correas de perfil IPE 220.

Las correas de la nave irán unidas a las vigas y los pilares mediante tornillería metálica calibrada y entre ellas por medio de chapas laterales como la mostrada en las ilustraciones siguientes. Se tendrá en cuenta el hueco de las puertas a la hora de colocar las correas de fachada.

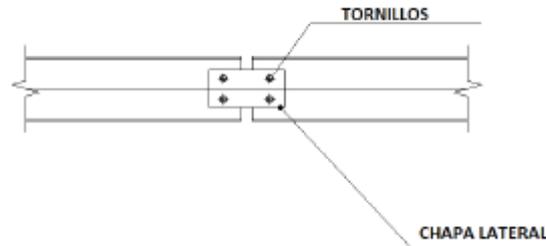


Figura 9. Unión entre correas

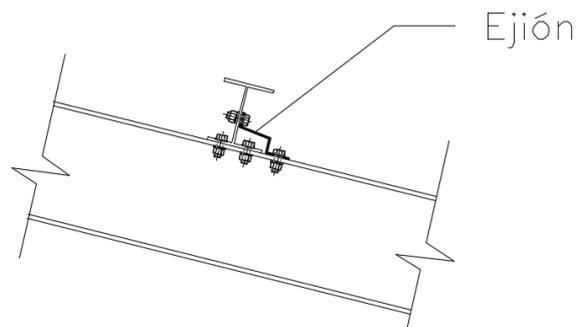


Figura 10. Unión correa-viga

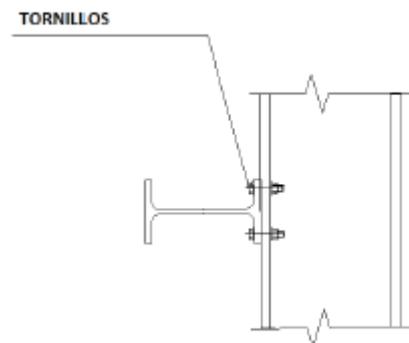


Figura 11. Unión correa-pilar

2.3.5. P3rticos

Los p3rticos se han dimensionado mediante el programa "CYPE 3D", tras exportar del "Generador de p3rticos" el p3rtico de estudio previamente obtenido.

Se han dispuesto los 7 p3rticos cada 7m.

2.3.6. Cerramiento de cubierta

La elección del cerramiento se ha hecho del catálogo “Italpanelli”, el modelo TER, un panel de cubierta con 3 grecas, formado por un aislante de poliuretano y unas chapas internas y externas de acero prelacadas. La forma de unión de un panel con el contiguo se realiza mediante la superposición de uno con el siguiente, garantizando la estanqueidad. Este panel además presenta unos valores en cuanto al aislamiento acústico para evitar excesivas molestias en situaciones de lluvia, granizo o nieve.



Figura 12. Ilustración panel tipo sándwich

La concepción de este tipo de paneles ofrece algunas ventajas como eliminar el puente térmico en los puntos de fijación, no existe riesgo de goteras en sus fijaciones, al estar ocultas por el tapajuntas. Este panel además presenta unos valores en cuanto al aislamiento acústico para evitar excesivas molestias en situaciones de lluvia, granizo o nieve.

Se ha determinado un espesor de panel de 40mm ya que el aislamiento térmico que refleja con dicho espesor se ha considerado apropiado para esta nave, además el espesor de cada una de las chapas será 0,5mm, haciendo un total de 41mm. Las características técnicas en cuanto a peso propio de este espesor son:

Espesor del panel (mm)	Espesor Nominal		Peso panel (kg/m ²)
	Soporte exterior acero (mm)	Soporte interior acero (mm)	
30	0,40	0,40	7,4
	0,50	0,40	8,3
	0,50	0,50	9,2
40	0,40	0,40	7,8
	0,50	0,40	8,7
	0,50	0,50	9,6
50	0,40	0,40	8,2
	0,50	0,40	9,1
	0,50	0,50	10,0

Figura 13. Características técnicas (Peso Propio)

Tras realizar las combinaciones necesarias, y de acuerdo a la tabla de características técnicas (Figura 14), para una resistencia de 393,1kg/m², se tiene un espesor de panel de 100mm y una distancia entre correas de 1,5m.

Espesor del panel (mm)	Espesor Nominal		Peso panel (kg/m ²)	Distancia eficaz apoyo: 100 mm															
	Soporte exterior acero (mm)	Soporte interior acero (mm)		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	
30	0,40	0,40	7,4	120	95	75	60	50											
	0,50	0,40	8,3	155	125	100	80	70	55	50									
40	0,50	0,50	9,2	155	125	100	85	75	60	55									
	0,40	0,40	7,8	150	120	100	85	70	60	50									
40	0,50	0,40	8,7	190	155	130	110	90	80	70	60	50							
	0,50	0,50	9,6	190	155	130	110	95	85	75	65	55							
50	0,40	0,40	8,2	180	150	125	105	90	80	65	60	50							
	0,50	0,40	9,1	225	190	160	135	115	100	90	75	70	60	50					
50	0,50	0,50	10,0	225	190	160	140	120	105	95	80	75	65	55					
	0,40	0,40	8,6	215	180	155	130	110	95	85	75	65	55	50					
60	0,50	0,40	9,5	260	220	190	165	145	125	110	95	85	75	65	55				
	0,50	0,50	10,4	265	225	195	170	150	130	115	100	90	80	70	60	50			
80	0,40	0,40	9,4	285	240	210	180	155	140	120	105	95	85	75	65	60	55		
	0,50	0,40	10,3	335	290	255	225	195	175	155	140	125	110	100	90	75	65	55	
80	0,50	0,50	11,2	340	295	260	230	200	180	160	145	130	115	105	95	80	70	60	
	0,50	0,50	12,0	415	365	320	285	255	230	205	185	170	150	135	125	115	100	90	
120	0,50	0,50	12,8	490	435	390	350	315	285	255	230	210	190	175	155	145	130	120	

Figura 14. Distancia entre apoyos de cubierta

2.3.7. Cerramiento lateral

La elección del cerramiento se ha hecho del catálogo “Italpanelli”, el modelo MEC, un panel de fachada de fijación vista, formado por un aislante de poliuretano y unas chapas interna y externa de acero prelacadas.

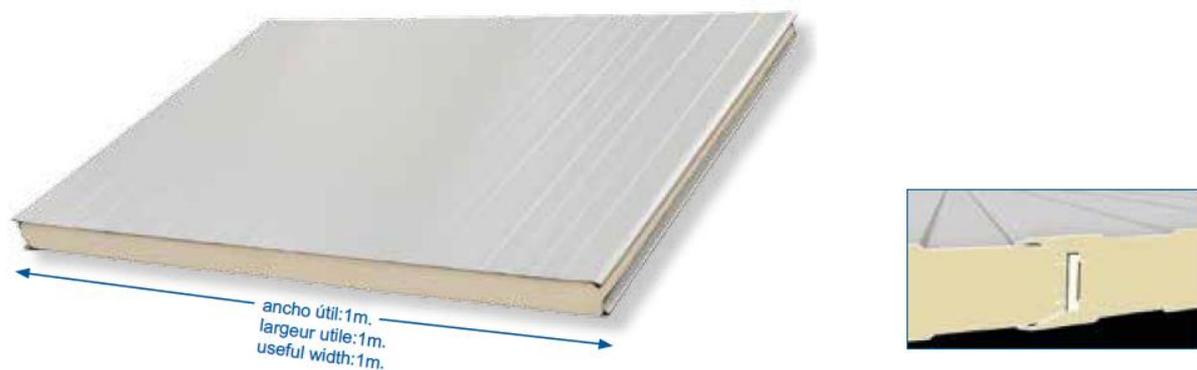


Figura 15. Ilustración del panel del lateral

El espesor de panel seleccionado es de 40mm, además el espesor de cada una de las chapas será 0,5mm. Las características técnicas de este espesor son:

30	0,40	0,40	7,0
	0,50	0,50	8,7
40	0,40	0,40	7,4
	0,50	0,50	9,1
50	0,40	0,40	7,8
	0,50	0,50	9,5
60	0,40	0,40	8,2
	0,50	0,50	9,9

Figura 16. Características técnicas (Peso Propio)

Tras realizar las combinaciones necesarias, y de acuerdo a la tabla de características técnicas (Figura 17), para una resistencia de 262,05 kg/m², se tiene un espesor de 40mm, chapas de 0,5mm y una distancia entre correas de 1,5m.

Espesor del panel (mm)	Espesor Nominal		Peso panel (kg/m ²)	Distancia eficaz apoyo: 100 mm														
	Soporte exterior acero (mm)	Soporte interior acero (mm)		150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
30	0,40	0,40	7,0	195	140	110	85	70	55									
	0,50	0,50	8,7	210	180	155	125	100	80	65	55							
40	0,40	0,40	7,4	260	190	145	15	90	75	65	55							
	0,50	0,50	9,1	270	235	205	170	140	115	95	80	70	60	50				
50	0,40	0,40	7,8	320	235	180	140	115	95	80	65	55	50	50				
	0,50	0,50	9,5	330	280	245	210	170	140	120	100	85	75	65	55	50		
60	0,40	0,40	8,2	375	275	210	165	135	110	90	80	65	60	50	55	50		
	0,50	0,50	9,9		320	280	250	200	165	140	120	100	90	75	70	60	55	
80	0,40	0,40	9,0	455	355	270	210	170	140	120	100	85	75	65	60	50	55	
	0,50	0,50	10,7		390	340	300	260	215	180	150	130	115	100	90	80	70	
100	0,50	0,50	11,5	530	455	395	350	310	255	215	180	155	135	120	105	95	85	
	0,50	0,50	12,3	590	505	440	395	350	290	240	205	175	155	135	120	105	95	

Figura 17. Distancia entre apoyos laterales

2.3.8. Forjado de entreplanta

Los forjados dividen los espacios en vertical, generando diferentes plantas dentro de los edificios. Estos forjados, reciben las cargas y transmiten los esfuerzos correspondientes al resto de elementos estructurales. Además, resisten las cargas correspondientes a su uso sin presentar deformaciones ni vibraciones excesivas. Dependiendo de cómo transmiten las cargas, existen varios tipos de forjados entre los que se diferencian:

- Forjado unidireccional: Son forjados que flectan principalmente en una dirección y que deben apoyar sobre elementos lineales, como correas, muros de carga, etc. También pueden presentar una pequeña flexión transversal, que será mucho menor que la flexión principal y en numerosas ocasiones podrá ser despreciada.

- Forjado bidireccional: Son forjados que flectan en dos direcciones, por lo que pueden apoyar sobre elementos lineales o puntuales, como pilares, que no tienen por qué estar dispuestos de forma ordenada.

Por las características de la estructura de la nave se opta por un forjado unidireccional, que apoyará sobre una estructura de entreplanta compuesta por vigas, en las que se utilizarán perfiles laminados en acero S275 JR con su correspondiente alineación del ala superior para garantizar la planitud en el apoyo del forjado, que transmitirán las solicitaciones a los pilares, que a su vez las transmitirán a la cimentación.

Dentro de los forjados unidireccionales existen diferentes tipos; forjados de chapa colaborante, forjados de losas alveolares o macizas, forjados de bovedillas o viguetas, etc.

Se ha escogido como solución la losa alveolar del fabricante viguetas navarras con un espesor de 25 cm de losa + 5 cm de recubrimiento vertido en obra con su correspondiente mallazo de reparto ME 150x150x10 B 500 T y armadura de negativos en el apoyo central y extremos para garantizar su comportamiento como viga continua.



Figura 18. Placa alveolar 25+5 PAR 1

El forjado unidireccional tendrá 7 apoyos y 6 vanos de 4 metros, que coinciden con los pilares que soportan la entreplanta, generando una superficie de 336m².

2.3.9. Arriostramientos

Para arriostar los pórticos de la nave, se colocarán redondos de diferentes diámetros, dependiendo de los esfuerzos que tengan que soportar, en modo de Cruz de San Andrés.

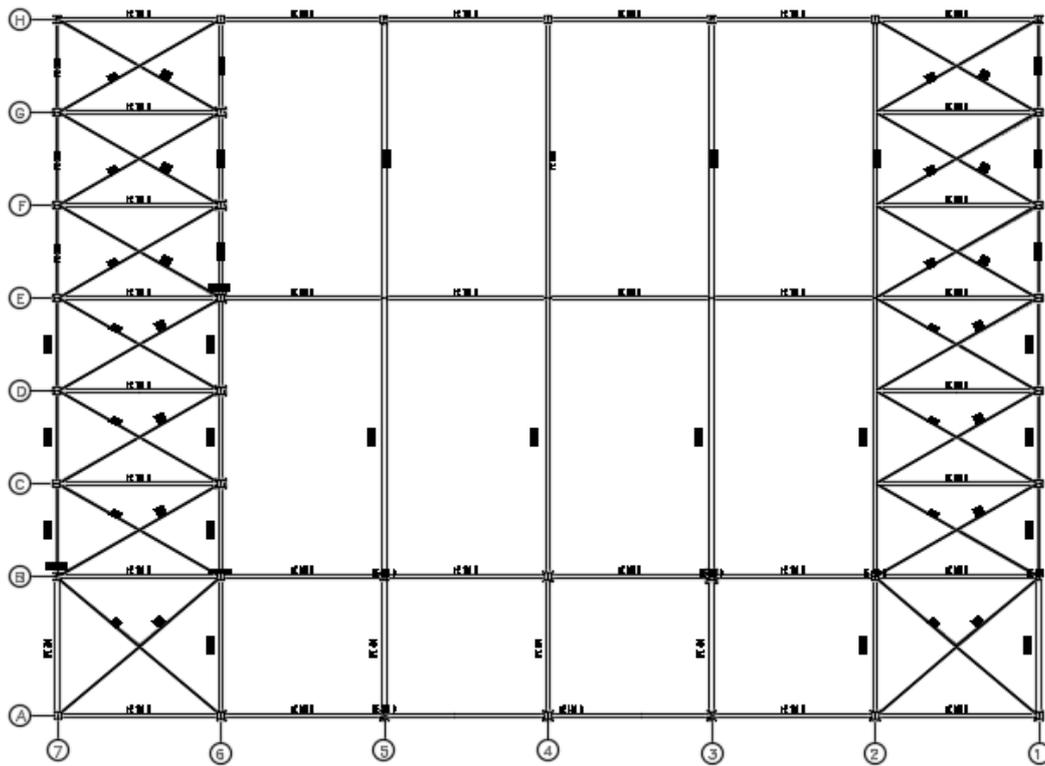


Figura 19. Arriostramiento de cubierta

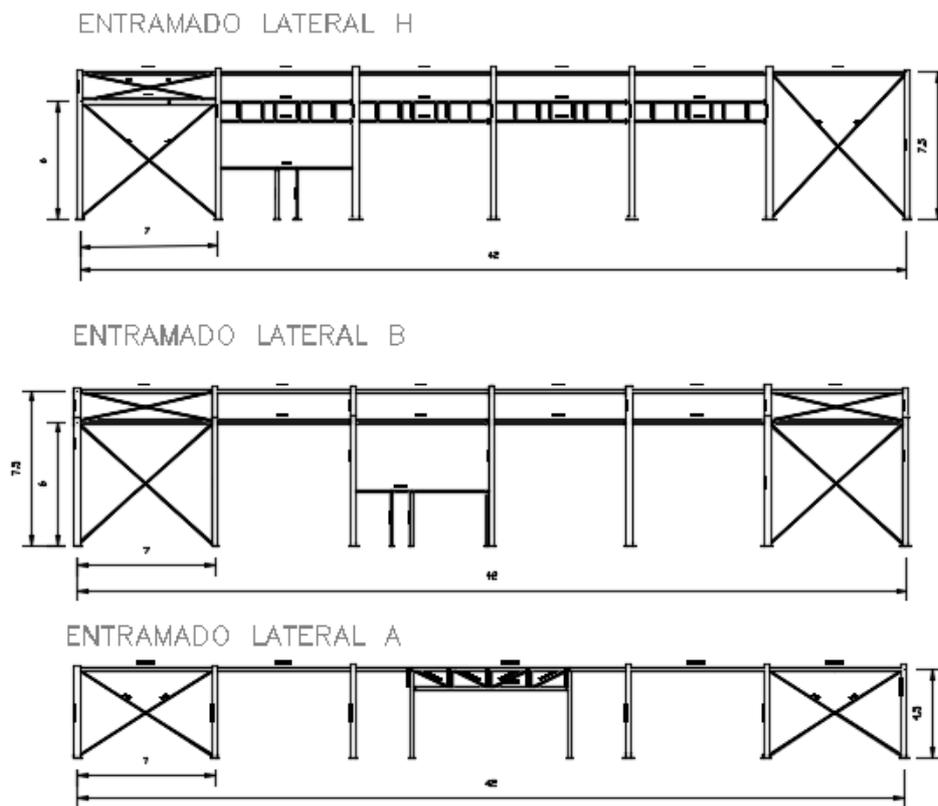


Figura 20. Arriostramiento entramados laterales

2.3.10. Uniones

Las uniones que se resolverán en obra, serán mediante uniones atornilladas mientras que las soldaduras que sean precisas para dichas uniones atornilladas se resolverán en taller para mayor facilidad de montaje en obra.

Las uniones atornilladas se han realizado de dos tipos, uniones atornilladas mediante chapa lateral, en las uniones articuladas y mediante chapa frontal las uniones empotradas.

Se puede observar en el "DOCUMENTO 4.- PLANOS" cada tipo de unión realizada en el diseño y cálculo de la estructura.

2.3.11. Solera

La solera cubrirá el interior de la nave, de una superficie de 1260 m² con un hormigón armado HA 30 de 20 cm de espesor y mallazo ME 150x150x10 B500T. Se realizarán cortes de 2mm para realizar las juntas de retracción correspondientes.

2.3.12. Escaleras

Las escaleras que hay en la nave sirven para unir la planta baja con la entreplanta, donde se encuentran los vestuarios, baños, el comedor y la oficina y están hechas de elementos metálicos. Son unas escaleras en voladizo en dos tramos con un descansillo, y los tramos que la componen son de diferente altura y longitud.

Los peldaños de las escaleras están soldados a tope a unos perfiles UPN 160. El piso de las escaleras es una chapa lagrimada de 4 mm de espesor, que irá soldada a los perfiles UPN, en total son 31 peldaños con una huella de 28 cm y una contrahuella de 17,74 cm. Las barandillas serán de acero inoxidable AISI 304 con acabado 2B (pulido espejo).

La escalera y todos sus elementos cumplen con la normativa vigente, respecto a dimensiones, huecos entre barrotes, relación huella/contrahuella, etc.

2.3.13. Puertas de paso

Las puertas interiores serán puertas simples con núcleo de poliestireno extruido con placa blanca y doble manilla de medidas 1000mm x 2100mm.

Las puertas de salida de personas del edificio al exterior contarán con barra antipánico y serán de medidas 1000mm x 2100mm. En cuanto a las dos puertas dobles de dimensiones mayores, una será de 600+600x5000mm y la otra de 400+400x3000mm.

2.3.14. Canalón y bajantes

El cálculo del canalón se ha realizado según las recomendaciones de la NTE-ISS .

Se colocará un canalón de chapa galvanizada de espesor 1.5mm y diámetro 250mm, con 6 bajantes de diámetro 110mm por lado y uno en cada hastial también de chapa galvanizada.

2.3.15. Alicatado

El alicatado de los vestuarios se realizara mediante azulejo de color verde el del vestuario masculino, y de color naranja el vestuario femenino de 20cm x 20cm, mientras que el de los baños, será en ambos de color azul. Se recibirá con mortero de cola.

2.3.16. Pavimento

En el pavimento de los vestuarios y los baños, se colocará gres porcelánico, que será recibido con mortero de cemento.

2.3.17. Pinturas

Se empleará una pintura intumescente que garantice una protección R30 de la estructura metálica contra el fuego. Además, se pintará la estructura con una imprimación anti oxido para la protección contra la corrosión.

2.4. NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

En este apartado se presenta la normativa que se debe aplicar a un proyecto de cálculo y diseño de una nave industrial. Las exigencias de la normativa deben cumplirse tanto en el proyecto, como en la construcción del edificio, el mantenimiento y la conservación del edificio y sus instalaciones.

El principal marco normativo a seguir es el Código Técnico de la Edificación (CTE), ya que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de Ordenación de la Edificación (LOE).

El CTE está compuesto por varios Documentos Básicos (DB), que son textos de carácter técnico que se encargan de trasladar al terreno práctico las exigencias detalladas en la primera parte del CTE.

Cada uno de los documentos incluye los límites y la cuantificación de las exigencias básicas y una relación de procedimientos que permiten cumplir los requisitos.

Los Documentos Básicos empleados son los siguientes:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE):

Tiene como objetivo asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

- Documento Básico de Acciones en la Edificación (DB SE-AE):

El campo de aplicación de este documento es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

- Documento Básico de Estructuras de acero (DB SE-A):

Este documento se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.), ni relativos a elementos que, requieran consideraciones especiales.

Se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo al DB-SE.

- Documento Básico de Seguridad en caso de incendio (DB SI):

Este Documento tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Excluye de su ámbito de aplicación “los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”.

- Documento Básico de Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA):

Limita el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

- Documento Básico de Salubridad (HS):

Consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro del edificio y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

- Normas Tecnológicas de Edificación-Instalaciones de Salubridad: Saneamiento (NTE-ISS)

La norma NTE-ISS/1973 regula las actuaciones de diseño, cálculo, construcción, control, valoración y mantenimiento, y se encuentra comprendida en el anexo de la clasificación sistemática del Decreto 3565/1972, bajo los epígrafes de “Instalaciones de Salubridad: Saneamiento”.

Aparte de los documentos básicos mencionados anteriormente, será de obligado cumplimiento la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, en la que se proporcionan procedimientos que demuestran su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

Además, es obligatorio el cumplimiento de la INSTRUCCIÓN PARA LA RECEPCIÓN DE CEMENTOS (RC- 08), según Real Decreto 956/2008 de 6 de Junio, el cual define las prescripciones técnicas generales que deben satisfacer los cementos y los métodos de ensayo para comprobarlas, para su recepción en las obras de construcción, en las centrales de fabricación de hormigón y en las fábricas de productos de construcción en cuya composición se incluya el cemento.

Normas generales de la Edificación y los usos en el Valle de Zamanzas (Burgos), municipio Valle de Mena.

2.4.2. Bibliografía

2.4.3. Libros

- NEUFERT, Ernest. "Arte de proyectar en Arquitectura", 14ed. México. Ed. Gustavo Gili. S.A. de C.V.; 1995.
- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 1: Cálculo. Madrid: Bellisco, 2005.
- ARGÜELLES, R. [et al.]. Estructuras de acero 2. Uniones y sistemas estructurales. Madrid: Bellisco, 2007. ARNEDO, A. Naves industriales con acero. Madrid: APTA, 2009.

2.4.4. Páginas web

- <http://www.boe.es>
- <http://www.codigotecnico.org>
- <http://www.cype.es>
- <http://www.autodesk.es>
- <http://www.addi.ehu.es>
- <http://www.normativaconstrucción.com>
- <http://www.viguetasnavarras.com>
- <http://www.soloarquitectura.com/foros>

2.4.5. Prontuarios y Catálogos

- Prontuario de paneles "ITALPANELLI".
- Prontuario de perfiles metálicos.
- Prontuario de forjados losa alveolar VIGUETAS NAVARRAS.

2.4.6. Programas de calculo

2.4.6.1. CYPE 2016

Se ha utilizado para la realización de los cálculos. En primer lugar, se utiliza el "Generador de pórticos" para diseñar las correas metálicas, tanto en cubierta como en los laterales de la nave. Una vez definidas las corras, se exporta a otro módulo, el "CYPE 3D" para calcular los perfiles de las barras que conforman el pórtico.

2.4.6.2. CESPLA

Se ha empleado para el cálculo de las solicitaciones que deberá soportar la entreplanta al comportarse como viga continua, compuesta por 7 apoyos y 6 vanos.

2.4.6.3. AUTOCAD 2016

Empleado para la realización de los planos necesarios en la definición del proyecto.

2.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Para diseñar las medidas de seguridad para la protección contra incendios van a seguirse dos normativas:

2.5.1. EL REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre

Por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Este reglamento tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

El ámbito de aplicación de este reglamento son los establecimientos industriales. Se entenderán como tales:

- a) Las industrias, tal como se definen en el artículo 3.1 de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- b) Los almacenamientos industriales.
- c) Los talleres de reparación y los estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancías.
- d) Los servicios auxiliares o complementarios de las actividades comprendidas en los párrafos anteriores.

Por tanto, la nave de estudio según el R.D. 2267/2004, pertenece a la categoría de establecimiento tipo C, que consiste en que el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos.

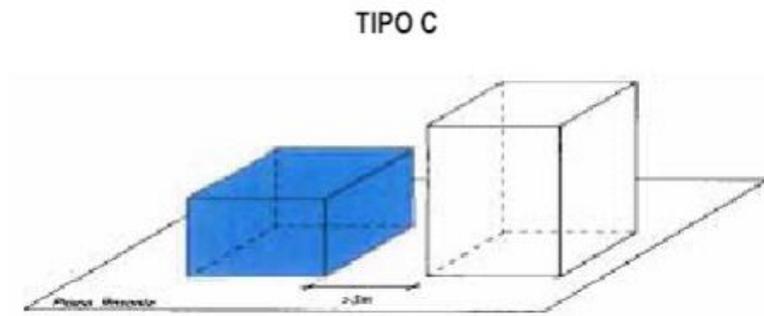


Figura 21. Ilustración de establecimiento industrial Tipo C

2.5.1.1. Caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco.

Los establecimientos industriales se clasifican, según su grado de riesgo intrínseco, atendiendo a los criterios simplificados y según ciertos procedimientos.

Para los tipos A, B y C se considera "sector de incendio" el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

El nivel de riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio se evaluará calculando la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, Q_s , del sector de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ/m}^2\text{) o (Mcal/m}^2\text{)}$$

Dónde:

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

C_i = 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.

R_a = 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 (R_a) 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.

q_{si} =densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m² o Mcal/m².

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m².

Por lo que para poder realizar el cálculo, se obtienen los siguientes valores:

- 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 cuyo uso debe justificarse.

Tabla 1.1. Grado de peligrosidad de los combustibles

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

La nave que se va a construir va a estar dirigido a uso agropecuario, por lo que habrá una peligrosidad baja, que se traduce en un valor de C_i = 1.

- El valor que toma S_i sería 1428 m² (1260 m² de la planta inferior y 168 m² de la entreplanta.
- Los valores R_a y q_{si} están tabulados y pueden obtenerse en la Tabla 2.

Tabla 1.2. Valores de densidad de carga de fuego media de diversos procesos industriales, de almacenamiento de productos y riesgo de activación asociado, R_a

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			

Por lo que para poder realizar el cálculo, los datos que se tienen son los siguientes:

$$R_a = 1 \quad C_i = 1 \quad q_{si} = 50 \text{ MJ/m}^2 \quad A = 1428 \text{ m}^2 \quad S_i = 1428 \text{ m}^2$$

$$\text{Densidad de carga de fuego ponderada y corregida: } Q_s = \frac{40(\text{MJ/m}^2) \cdot 1428\text{m}^2 \cdot 1}{1428\text{m}^2} \cdot 1 = 40 \text{ MJ/m}^2$$

Con ese valor obtenido, se acude a la Tabla 1.3., donde se deduce el nivel de riesgo intrínseco del sector o área de incendio, del edificio industrial o del conjunto del establecimiento industrial:

Tabla 1.3.

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	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Como $Q_s = 40 \text{ MJ/m}^2 < 425 \text{ MJ/m}^2$ el nivel de riesgo intrínseco se categoriza como BAJO 1.

2.5.1.2. Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco

2.5.1.2.1. Fachadas Accesibles

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Se consideran fachadas accesibles de un edificio, o establecimiento industrial, aquellas que dispongan de huecos que permitan el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios.

2.5.1.2.2. Sectorización de los establecimientos industriales

La máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio será la que se indica en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO 1	(1)-(2)-(3) 2000	(2) (3) (5) 6000	(3) (4) SIN LÍMITE
2	1000	4000	6000
MEDIO 3	(2)-(3) 500	(2) (3) 3500	(3) (4) 5000
4	400	3000	4000
5	300	2500	3500
ALTO 6	NO ADMITIDO	(3) 2000	(3)(4) 3000
7		1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

Siendo la nave a construir de tipo de configuración C y nivel de riesgo intrínseco BAJO 1, no existe límite de superficie a construir.

2.5.1.2.3. Materiales

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1 para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado "CE".

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- a) Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- b) Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE-23727.

Productos de revestimientos: los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser:

En suelos: CFL-s1 (M2) o más favorable.

En paredes y techos: C-s3 d0 (M2), o más favorable.

Los materiales de los lucernarios continuos en cubierta serán B-s1d0 (M1) o más favorable.

Productos incluidos en paredes y cerramientos.

Cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Otros productos: los productos situados en el interior de falsos techos o suelos elevados, tanto los utilizados para aislamiento térmico y para acondicionamiento acústico como los que constituyan o revistan conductos de aire acondicionado o de ventilación, etc., deben ser de clase B-s3 d0 (M1) o más favorable. Los cables deberán ser no propagadores de incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase de reacción al fuego exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre. Conforme los distintos productos deban contener con carácter obligatorio el marcado “CE”, los métodos de ensayo aplicables en cada caso serán los definidos en las normas UNE –EN y UNE-EN ISO. La clasificación será conforme con la norma UNE-EN 13501-1.

Los productos de construcción pétreos, cerámicos y metálicos, así como los vidrios, morteros, hormigones o yesos, se considerarán de clase A 1 (M0).

2.5.1.2.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse mediante la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)	R 60 (EF - 60)	R 30 (EF - 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)	R 90 (EF - 90)	R 60 (EF - 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF - 180)	R 120 (EF - 120)	R 120 (EF - 120)	R 90 (EF - 90)

2.5.1.2.5. Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- a) Capacidad portante R.
- b) Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- c) Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- a) Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
- b) Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.

- c) No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- d) Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

Los elementos compartimentadores móviles no serán asimilables a puertas de paso a efectos de la reducción de su resistencia al fuego.

Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

- a) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
- b) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- c) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.
- d) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.
- e) Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de tapas de registro de patinillos de instalaciones.
- f) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.
- g) La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Cuando las tuberías que atraviesen un sector de incendios estén hechas de material combustible o fusible, el sistema de sellado debe asegurar que el espacio interno que deja la tubería al fundirse o arder también queda sellado.

No será necesario el cumplimiento de estos requisitos si la comunicación del sector de incendio a través del hueco es al espacio exterior del edificio, ni en el caso de tuberías de agua a presión, siempre que el hueco de paso esté ajustado a las mismas.

La justificación de que un elemento constructivo de cerramiento alcanza el valor de resistencia al fuego exigido se acreditará:

- a) Por contraste con los valores fijados en el apéndice 1 de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios, o en la normativa de aplicación en su caso.

b) Mediante marca de conformidad con normas UNE o certificado de conformidad o ensayo de tipo con las normas y especificaciones técnicas indicadas en el anexo IV de este reglamento.

Las marcas de conformidad, certificados de conformidad y ensayos de tipo serán emitidos por un organismo de control que cumpla las exigencias del Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

2.5.1.2.6. 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 las siguientes expresiones:

$P = 1,10 p$, cuando $p < 100$.

$P = 110 + 1,05 (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$.

$P = 215 + 1,03 (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$.

$P = 524 + 1,01 (p - 500)$, cuando $500 < p$.

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 las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

Como el número máximo de personas que va a haber en la nave que se va a construir es máximo 30 personas, la ocupación será:

$P = 1,10 \cdot p = 1,1 \cdot 30 = 33$ personas

2.5.1.2.7. Elementos de la evacuación

Origen de evacuación: Es todo punto ocupable de un edificio.

Recorridos de evacuación: Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos.

Altura de evacuación: Máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda. A efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan zonas de ocupación nula.

Salidas de edificio: Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de establecimientos situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativo que no excedan de 50 m hasta dos espacios exteriores seguros.

2.5.2. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (CTE DB SI)

2.5.2.1. Compatibilidad de los elementos de evacuación

Los *establecimientos de uso Comercial* o *Pública Concurrencia* de cualquier superficie y los de *uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo* cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo *uso previsto* principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:

- a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el *espacio exterior seguro* estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el *establecimiento* en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como *salida de emergencia* de otras zonas del edificio,
- b) sus *salidas de emergencia* podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un *vestíbulo de independencia*, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

2.5.2.2. Cálculo de la ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona.

Tabla 2.1. Densidades de ocupación ⁽¹⁾

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m²/persona)
Cualquiera	Zonas de ocupación ocasional y accesibles únicamente a efectos de mantenimiento: salas de máquinas, locales para material de limpieza, etc. Aseos de planta	<i>Ocupación nula</i> 3
<i>Residencial Vivienda</i>	Plantas de vivienda	20
<i>Residencial Público</i>	Zonas de alojamiento Salones de uso múltiple Vestíbulos generales y zonas generales de uso público en plantas de sótano, baja y entreplanta	20 1 2
<i>Aparcamiento</i> ⁽²⁾	Vinculado a una actividad sujeta a horarios: comercial, espectáculos, oficina, etc. En otros casos	15 40

2.5.2.3. Dimensionado de los medios de evacuación

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200$ ⁽¹⁾ $\geq 0,80$ m ⁽²⁾ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00$ m ⁽³⁾ ⁽⁴⁾ ⁽⁵⁾
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30$ cm cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30$ cm en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50$ cm. ⁽⁷⁾ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾ para evacuación descendente para evacuación ascendente	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾ $A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas Pasillos protegidos	$E \leq 3 S + 160 A_s$ ⁽⁹⁾ $P \leq 3 S + 200 A$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre: Pasos, pasillos y rampas Escaleras	$A \geq P / 600$ ⁽¹⁰⁾ $A \geq P / 480$ ⁽¹⁰⁾

Puertas: $33/200 = 0,165$ **cumple**, la puerta más pequeña es de 1m.

Pasillos: $33/200 = 0,165$ **cumple**, el pasillo es de 1,5m.

Escaleras para evacuación descendente: $33/160 = 0,206$ **cumple**, las escaleras con de 1,05m de ancho.

Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾					
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107

2.5.2.4. Protección de las escaleras

En la tabla 5.1 se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras			
Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Administrativo, Docente,	$h \leq 14$ m	$h \leq 28$ m	
Comercial, Pública Concu- rrencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Residencial Público	Baja más una	$h \leq 28$ m ⁽³⁾	Se admite en todo caso
Hospitalario			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	$h \leq 14$ m	
otras zonas	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Otro uso:	$h \leq 2,80$ m	Se admite en todo caso	Se admite en todo caso
	$2,80 < h \leq 6,00$ m	$P \leq 100$ personas	
	$h > 6,00$ m	No se admite	

2.5.2.5. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios	
Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B; - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.
Residencial Público	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 1.000 m^2 o el establecimiento está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas. ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 500 m^2 . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del establecimiento excede de 5.000 m^2 .
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m^2 . Uno más por cada 10.000 m^2 adicionales o fracción. ⁽³⁾

2.5.2.6. Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- a) Las salidas de *recinto*, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda* y, en otros usos, cuando se trate de salidas de *recintos* cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos *recintos* y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- b) La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo *origen de evacuación* desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un *recinto* con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los *recorridos de evacuación* en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

2.6. PLANIFICACIÓN DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

El plazo de ejecución previsto para la ejecución de la obra serán 8 meses, dando comienzo el mes de Octubre de 2018.

2.7. PRESUPUESTO GENERAL

PRESUPUESTO GENERAL	
DESCRIPCIÓN	IMPORTE
MOVIMIENTO DE TIERRAS	6.335,73
CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO	102.501,07
ESTRUCTURA METÁLICA	316.556,39
CERRAMIENTOS	62.352,15
ALBAÑILERÍA	4.140,70
CARPINTERIA	4.587,21
PINTURAS	79.016,70
RED DE SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	18.186,40
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	1.398,65
SEGURIDAD Y SALUD	44.859,96
PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	3.826,91
PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS	1239,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN DE MATERIAL	645.000,87
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% P.E.M.)	38.700,53
GASTOS GENERALES (13% P.E.M.)	83.850,12
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	767.551,04
I.V.A. (21%)	161.185,72
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	928.736,76

Según se justifica en el correspondiente documento de este proyecto, el presupuesto total, asciende a la cantidad de:

**NOVECIENTOS VEINTIOCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON
SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO**