

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A LA REPARACIÓN DE **VEHÍCULOS**

DOCUMENTO 2- MEMORIA

Alumno: Pulido Aguiló, Gonçal

Director: Laradogoitia Alzaga, Juan Esteban

Curso: 2019-2020

Fecha: 16 de Febrero de 2020

Índice

2.1. OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2.2. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	2
2.2.1. Descripción.....	2
2.2.2. Requisitos de diseño	2
2.2.2.1. Condicionantes del Cliente.....	2
2.2.2.2. Condicionantes urbanísticos.	3
2.2.3. Distribución de la nave	4
2.2.4. Análisis de soluciones	4
2.2.4.1. Tipo de cubierta.....	4
2.2.4.2. Cerramiento de fachada.....	4
2.2.4.3. Correas.	5
2.2.4.4. Pórticos.....	5
2.2.4.5. Otros elementos estructurales.....	5
2.2.4.5.1. Arriostramientos.	5
2.2.4.5.2. Pilarillos.	5
2.2.4.5.3. Vigas de atado.....	6
2.2.4.5.4. Uniones.....	6
2.2.5. Soluciones adoptadas	6
2.2.5.1. Tipo de cubierta.....	6
2.2.5.2. Cerramiento de fachada.....	6
2.2.5.3. Correas.	6
2.2.5.4. Pórticos.....	6
2.2.5.5. Otros elementos estructurales.....	7
2.2.5.5.1. Arriostramientos.....	7
2.2.5.5.2. Pilarillos.	7
2.2.5.5.3. Vigas de atado.....	7
2.2.5.5.4. Uniones.....	7
2.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA	8
2.3.1. Construcción de la nave	8
2.3.1.1. Trabajos previos	8
2.3.1.2. Excavación	8
2.3.1.3. Cimentación	9
2.3.1.4. Red de saneamiento.....	9

2.3.1.5. Solera.....	9
2.3.1.6. Montaje de la estructura	9
2.3.1.7. Instalaciones	9
2.3.1.8. Acceso a la nave	9
2.3.2. Cimentación.....	10
2.2.3. Estructura de los pórticos.....	10
2.2.4. Correas.....	11
2.2.5. Cerramiento.....	11
2.2.7. Arriostramientos	16
2.2.8. Uniones.....	17
2.2.9. Escalera.....	17
2.2.10. Tabiquería.....	18
2.2.11. Puertas	18
2.2.12. Alicatado.....	18
2.2.13. Pavimento	18
2.2.14. Canalones y bajantes.....	18
2.2.15. Pinturas	18
2.4 Cumplimiento de los requisitos básicos del CTE	19
2.4.1 Seguridad estructural (DB SE)	19
2.4.2. Seguridad en caso de incendio (DB SI)	19
2.4.3. Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA).....	19
2.4.4. Salubridad (DB HS).....	20
2.4.5. Protección frente al ruido (DB HR).....	21
2.4.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB HE)	21
2.5. Normas y Referencias	21
2.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	21
2.5.1.1 Código Técnico de la Edificación (CTE)	21
2.5.1.2. Leyes a nivel estatal	23
2.5.1.3. Normativa autonómica y municipal	23
2.5.2. Bibliografía	24
2.5.2.1 Libros	24
2.3.2.2. Páginas web.....	24
2.5.2.3. Prontuarios y Catálogos	24
2.5.3. Programas informáticos	25
2.5.3.1. CYPE 2017	25

2.5.3.2 AUTOCAD 2019	25
2.5.3.3. Paquete Microsoft Office	25
2.6. Planificación de la obra.....	25
2.7. Presupuesto de Ejecución Material	27
2.8. Índice de Tablas e Ilustraciones.....	27
2.8.1 Índice de Ilustraciones.....	27
2.8.2. Índice de Tablas	28

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El proyecto consiste en diseñar y calcular la estructura de una nave con una cubierta a dos aguas para albergar un taller de reparación de vehículos. Además, dispondrá de una entreplanta donde se ubicarán: la oficina, la sala de personal y los vestuarios.

La nave se ubicará en una parcela en el polígono industrial de Trobika, en el municipio de Mungia, Bizkaia. La nave tiene una superficie de 1850m².

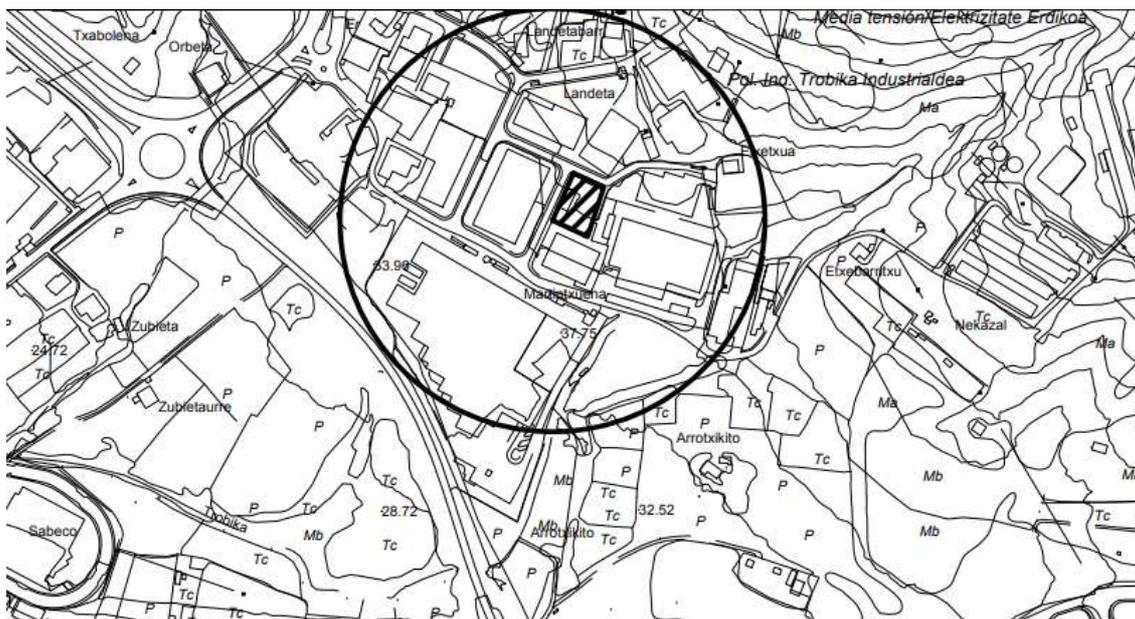


Ilustración 1, Emplazamiento de la parcela

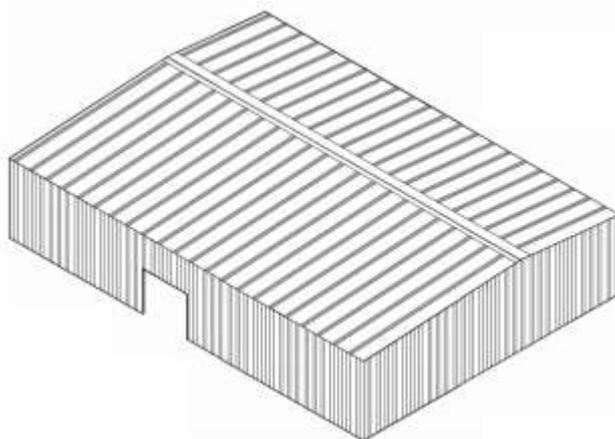


Ilustración 2, Vista de la nave

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 se puedan realizar labores de reparación de vehículos

La nave **está** compuesta por **7 pórticos** transversales cada **6m**, generando así **6 vanos**. Consta de una nave principal a dos aguas con **faldones asimétricos** con **7m** de altura libre y **8m** de alto a la cumbre. La **luz del faldón largo es de 16m** mientras que la **del corto es de 10m**.

Las dimensiones de la nave son **36m** de largo, **26m** de ancho y **8m** de alto, con un total de **936m²** construidos. **Además, tendrá una entreplanta que abarcará la longitud** de los dos últimos vanos (**12m**) y la **luz del faldón largo (16m)** a una altura de **3.6m**, lo que le **dará una** superficie adicional de **192m²** destinada al uso de una oficina, un comedor, vestuarios y servicios.

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**.

2.2.2.1. Condicionantes del Cliente.

Con el fin de satisfacer las necesidades de funcionamiento pretendidas, el taller deberá incluir al menos:

Zonas comunes:

- **Recepción (5m x 4m)**
- **Almacén (200m²)**
- **Oficinas (90m²)**
- **2 Aseos (9m²)**
- **1 vestuario (24m²)**
- **2 puertas de entrada salida de 4.5m de ancho x 4m de alto**

Área servicio rápido:

- **2 elevadores de 2 columnas + espacio de trabajo (6m x 4m)**

Área electro-mecánica:

- **4 elevadores de 2 columnas+ espacio de trabajo (6m x 4m)**

Área carrocería:

- **2 cabinas de pintura (6m x 4m)**
- **1 bancada de carrocería (7m x 4m)**
- **1 cuarto de pinturas (3m x 3m)**
- **1 zona de trabajo (6m x 5m)**

Los carriles de circulación interna de vehículos deberán ser de 4m.

Para todo ello se requiere una planta de no menos de 36m de largo por 26 de ancho con una altura mínima de 5m en toda la zona, y suficiente en la zona de la oficina para albergar la misma en una entreplanta (7m).

Por lo que son necesarios 936m² de planta construida.

Se dispone de una parcela de 50mm x 32.5m (lateral corto) x 37.5m (lateral largo) haciendo un total 1850m².

Así mismo se dispondrá de un parking exterior alrededor de la misma con capacidad mínima para 25 vehículos, de los cuales 4 serán para minusválidos, 4 para furgonetas y 1 para vehículos pesados lo que requiere un mínimo de 260m².

2.2.2.2. Condicionantes **urbanísticos**.

A continuación, se justifican las características del proyecto acorde a la legislación urbanística vigente:

Planeamiento vigente	Fecha de aprobación	
Normas Subsidiarias	07-abr-97	
Clasificación del suelo	urbano	
Usos del suelo	Industrial	
Condiciones de la parcela		
	Según Ordenanzas	Según Proyecto
Superficie de la Parcela	1850	1850
Ancho mínimo de la parcela	10	36,5
Fondo mínimo de la parcela	40%	73%
Ocupación máxima permitida	1365,3	
Situación de la parcela		
	Según Ordenanzas	Según Proyecto
Profundidad edificable	Sin limitación	-
Distancia mínima a eje de la calle	5m	8m
Distancia a colindantes	15cm	6m
Distancia a otra actividad no industrial	14m	>100m
Altura de la edificación		
	Según Ordenanzas	Según Proyecto
Altura de cornisa máxima	12,5m	8,5m
Altura total máxima	11,9m	7m
Número de plantas	no aplica	-
Altura libre mínima	2,5m	3,4m
Superficie de edificación, Volumen de Edificación		
	Según Ordenanzas	Según Proyecto
Superficie máxima edificable	1365,3	936
Coeficiente de edificabilidad	0,738	0,515

Otros datos	Según Ordenanzas	Según Proyecto
Plazas mínimas de aparcamiento	2 cada 5m de fachada (20)	25
Superficie máxima de aparcamiento	20% (370m)	368,4m
Observaciones (condiciones generales de funcionamiento)		
Plazas de Aparcamiento	numero	superficie
Normal	22	2,2mx4,5m (9,9m)
Minusválido	4	3,3mx4,5m (14,85m)
Furgonetas	4	2,8mx6m (16,8m)
Vehículo pesado	1	3mx8m (24m)

Tabla 1, Ficha de condicionantes urbanísticos

2.2.3. Distribución de la nave

Atendiendo a las condiciones impuestas por el cliente y la normativa vigente, se plantea la siguiente distribución en planta:

2.2.4. 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.

2.2.4.1. Tipo de cubierta.

Se tendrá en cuenta las ventajas y desventajas que presenta los tipos de cubierta.

Como requisito de diseño, se ha establecido que la cubierta sea a dos aguas.

Otra de las decisiones que hay que tomar respecto a la cubierta será la manera en que va unida al resto de la estructura, pudiendo hacerse mediante correas o a través de un forjado.

La diferencia entre ellas radica principalmente en que el peso de las correas será mucho menor que el del forjado.

2.2.4.2. Cerramiento de fachada.

En cuanto a la fachada se tendrán en cuenta la economía, la seguridad y la imagen exterior del edificio principalmente.

Por otro lado, se pretende que el peso de la estructura sea el **mínimo posible**, por lo que se **descarta la utilización de hormigón armado u otros elementos similares**, optando por el mismo cerramiento que de cubierta.

2.2.4.3. Correas.

No es posible determinar a simple vista el perfil óptimo para la estructura. Sin embargo, los **perfiles más comunes para disponer como correa con los perfiles conformados, en C, en Z, etc., o los perfiles laminados en I.**

Generalmente, en caso de tener fuertes cargas en el plano del faldón o disponer de una celosía, la opción de elegir perfiles conformados suele ser más eficaz porque estos perfiles tienen mayor inercia y por ello un mejor comportamiento ante la flexión en dicho plano y una buena rigidez transversal.

2.2.4.4. Pórticos.

Se estudian dos casos posibles **para los pórticos de la estructura**. Una solución es **unir los dos pilares mediante dinteles de viga en celosía**, la otra sería **mediante perfiles de alma llena**.

La solución de utilización de perfiles de alma llena es más sencilla, lo que **reduciría el tiempo de cálculo en el proyecto**. En caso de elegir un dintel en **forma de celosía**, supondría incrementar el tiempo **de cálculo, optimización y dimensionamiento la celosía completa**, en cambio al utilizar perfiles de alma llena el **cálculo es sencillo y únicamente será necesario calcular dicha viga**.

También se destaca la amplitud de espacio que daría en el interior de la nave, ya que la celosía **reduciría la altura útil del edificio**.

Otra decisión a tomar referente a los pórticos será la de si son pórticos biarticulados, biempotrados o triarticulados. Para tomar esta **decisión se tendrá en cuenta la distribución de los esfuerzos a lo largo de los perfiles para las diferentes soluciones**. Respecto a esto, los **pórticos biempotrados son los que mejor distribuyen los esfuerzos**.

Por otra parte, no es posible conocer de antemano los perfiles de los que va a constar el **pórtico; para ello es necesario realizar varios cálculos y determinar qué perfil es el que ofrece mayor aprovechamiento**.

2.2.4.5. Otros elementos estructurales.

2.2.4.5.1. Arriostramientos.

Los elementos de arriostramiento tienen como finalidad formar un sistema estable para resistir las cargas longitudinales e impedir los desplazamientos, **también longitudinalmente de la nave, inmovilizando además en las secciones arriostradas las cabezas de las vigas**.

Generalmente se adopta una cruz de San Andrés. Se **dispondrán arriostramientos tanto en los laterales como en la cubierta para garantizar la inmovilización de la estructura**.

2.2.4.5.2. Pilarillos.

En los pórticos hastiales, se colocarán pilarillos que soporten directamente las solicitaciones provocadas por el viento que recibe el cerramiento, trasladándolas a la viga contraviento y a la cimentación.

Será necesario estudiar la posición del perfil del pilar, ya que hay que ajustarse a las necesidades. Por lo que será necesario orientarlos con su eje fuerte, para resistir mayores esfuerzos incidentes en la estructura.

2.2.4.5.3. Vigas de atado.

Son perfiles que se disponen entre pórticos a lo largo de toda la longitud de la nave, de manera que ayudan a transmitir los esfuerzos longitudinales hasta los elementos de estabilización y evitan los desplazamientos en las cabezas de los pilares.

Las vigas de atado serán de una sección reducida, ya que no interesa que aumenten el peso de la estructura, y de un perfil óptimo capaz de soportar los esfuerzos de compresión, como por ejemplo los HEB.

2.2.4.5.4. Uniones.

Las uniones pueden ser atornilladas o soldadas.

Si se utilizan uniones soldadas, como ya vienen soldadas de fábrica, es posible que sea necesario modificar o cortar alguna que otra barra para su correcto ensamblaje.

Con las uniones soldadas se consigue mayor precisión en el cálculo y en las cotas.

Así pues, se deberá elegir entre precisión o facilidad de transporte y ensamblaje.

2.2.5. Soluciones adoptadas

A continuación, se expone el resumen de las soluciones adoptadas, que se detallan en la memoria constructiva:

2.2.5.1. Tipo de cubierta.

La cubierta tendrá dos faldones asimétricos de 16m y 10m de luz respectivamente, así como unas pendientes de 6,25% y 10%.

El cerramiento de la cubierta se realizará con paneles tipo sándwich del fabricante Kingspan, a que son una solución de muy fácil implantación, ofreciendo unas buenas condiciones de habitabilidad.

Se ha optado por el panel TZC de 50 mm de espesor.

2.2.5.2. Cerramiento de fachada.

En cuanto a la fachada se usarán también paneles del mismo fabricante, en este caso TZ-VS de 50mm de espesor.

2.2.5.3. Correas.

El perfil seleccionado ha sido el tipo ZF, que en esencia es un perfil laminado tipo F con rigidizadores.

Se ha optado por este perfil por el buen comportamiento que tiene en los dos ejes.

2.2.5.4. Pórticos.

Con el fin de aligerar la estructura en general, y teniendo en cuenta los espacios de trabajo y flujos de vehículos, se ha decidido dotar a los pórticos de pilares centrales, situados a 16m de un lado y a 10m del otro.

2.2.5.5. Otros elementos estructurales.

2.2.5.5.1. *Arriostramientos.*

Se ha escogido el sistema de arriostramiento mediante cruces de San Andrés con tirantes de perfil redondo.

2.2.5.5.2. *Pilarillos.*

En los pórticos hastiales se ubicarán dos pilarillos en cada luz, es decir, dos en cada pórtico hastial a 8m y 5m respectivamente.

En el hastial coincidente con la entreplanta el pilarillo se orientará en el mismo sentido que el de los pórticos, mientras que el resto se giran 90° respecto a los pilares de los pórticos de modo que el eje fuerte actúe absorbiendo esfuerzos de forma longitudinal a la nave

2.2.5.5.3. *Vigas de atado.*

Se dispondrán 3 vigas de atado, de forma que queden unidos los pilares de un pórtico a otro longitudinalmente.

El perfil seleccionado para dicha tarea será el HEB, que tiene un buen comportamiento en ambos ejes.

2.2.5.5.4. *Uniones.*

Las uniones serán atornilladas debido a las facilidades que ofrece en cuanto a transporte y ensamblaje en obra, siendo las pequeñas variaciones en las cotas insignificantes para el uso que va a tener la nave.

Esto no quita que elementos estructurales como rigidizadores, placas de anclaje o cartelas sean soldadas en taller. Este tipo de elementos se considerarán parte del elemento que los contiene.

2.3. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.3.1. Construcción de la nave

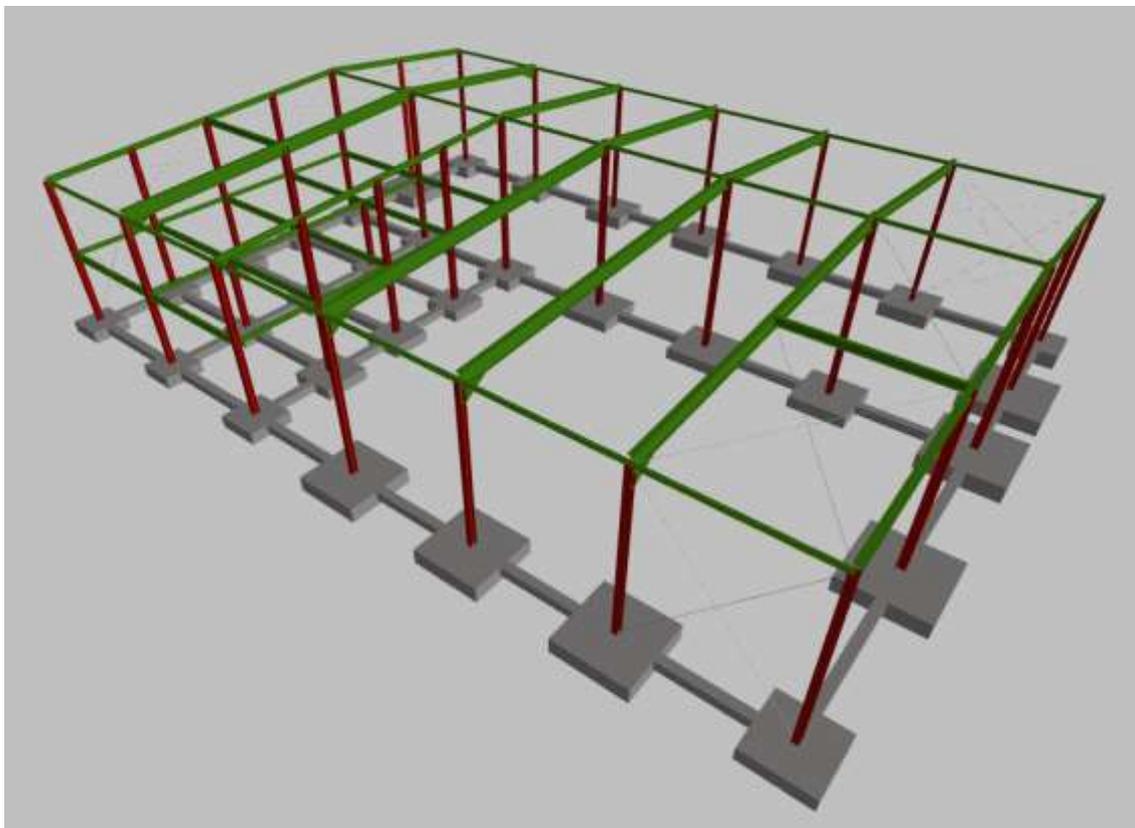


Ilustración 3, Vista 3D de la estructura y la cimentación

2.3.1.1. Trabajos previos

Previamente a comenzar con la construcción de la nave, se realizará el acondicionamiento y limpieza de la parcela en la que se construirá la nave, que consistirá en:

- Demolición de la construcción existente.
- Retirada de todos los escombros.
- Excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno realizando un movimiento de tierras necesarios 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.

2.3.1.2. Excavación

Es la operación necesaria que se debe realizar para preparar el emplazamiento para las operaciones de cimentación.

Los trabajos incluyen:

- Excavación, nivelación y evacuación del terreno

-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.

Se harán también cuantas excavaciones sean necesarias para la ubicación de arquetas y accesos a redes de suministros.

2.3.1.3. Cimentación

En primer lugar, se procederá a la posicionaran todas las barras que componen las armaduras de las zapatas y vigas de atado así como los paneles de encofrado.

A continuación, se procederá a la eliminación de los obstáculos que se encuentren dentro de los límites de la excavación

Finalmente se realizará la cimentación con hormigón HA 25.

2.3.1.4. 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.

2.3.1.5. Solera

La solera será de 10cm de espesor. Estará compuesta por hormigón armado HA 25 y para facilitar su colocación, se empleará un mallazo $\phi 6c/20$ B400S.

2.3.1.6. 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 estén montado los pórticos, se realizan los arriostramientos mediante Cruces de San Andrés y vigas de atado.

A continuación, se montará la estructura de la entreplanta.

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

2.3.1.7. Instalaciones

Se colocarán los conductos necesarios calculados para las instalaciones del edificio.

Se dispone de una caja hueca de comunicación entre la planta principal y la entreplanta.

Una vez estén instalados todos los conductos de agua y tomas de corriente, será cuando se coloquen los urinarios y lavabos.

2.3.1.8. Acceso a la nave

La nave tiene 2 puertas de entrada. Las puertas miden 4.5m de ancho y 4m de alto.

El mecanismo de apertura elegido es el de portón basculante.

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-25 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 B400S.

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

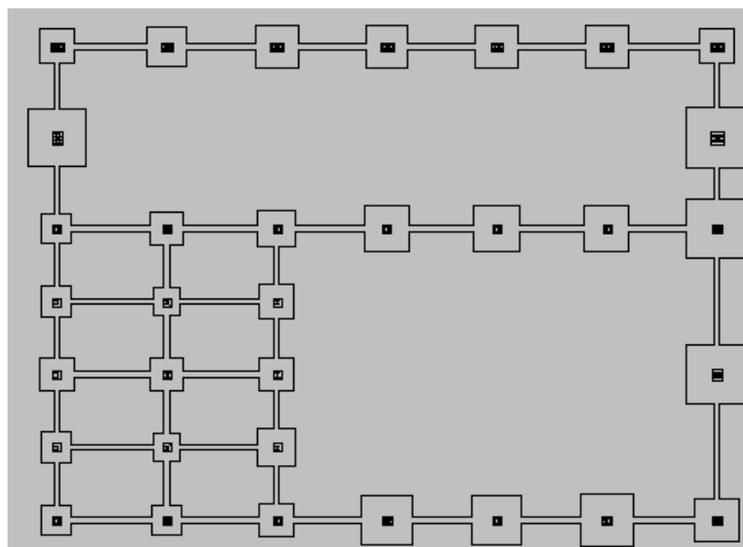


Ilustración 4, Esquema de las cimentaciones

2.2.3. Estructura de los pórticos

La estructura de la nave, está formada por 7 pórticos asimétricos, con un pilar central cada uno.

Aportan una luz de 16m y 10m.

La distancia entre pórticos es constante a lo largo de toda la longitud de la nave, 6 metros, lo que nos da una longitud total de 36 metros.

Además, los elementos que componen la estructura son perfiles IPE, HEB, y tirantes redondos.

Los pórticos hastiales 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 90° 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.

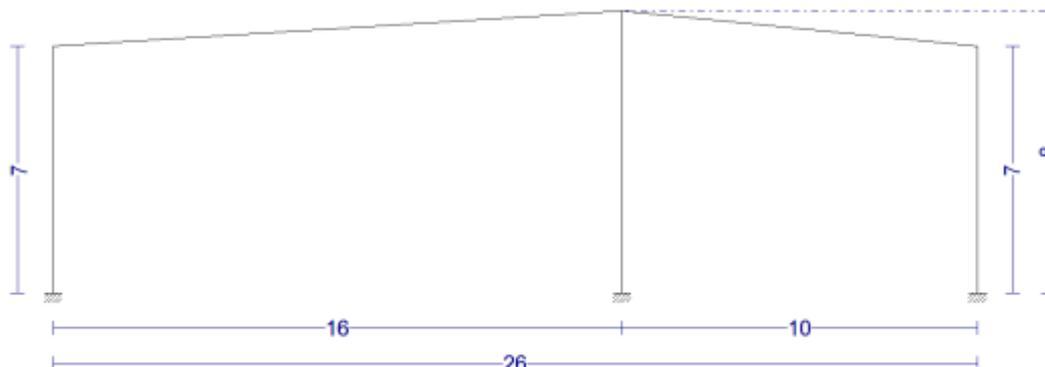


Ilustración 5, Esquema pórtico

2.2.4. Correas

Las correas se han calculado mediante el "Generador de Pòrticos" 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 longitudinalmente sobre los 6 vanos en la cubierta.

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 2m.

Se calcularán de modo que no sobrepasen los valores admisibles de resistencia y para que no se supere la flecha máxima admisible, tomándose para este valor $L/300$ siendo "L" la distancia entre apoyos, que en este caso es de 6000mm.

Como los vanos son de 6 m, se realizará la unión entre correas en cada vano, para que el manejo de las correas no se dificulte debido a largas longitudes de las mismas.

Como correas de cubierta se usarán perfiles ZF 225x3.0mm y en los laterales ZF 180x3.0mm.

Las correas de la nave se fijarán a vigas y pilares mediante tornillería y entre ellas por medio de chapas laterales para efectuar un solape suficiente como para que sean consideradas vigas continuas.

2.2.5. Cerramiento

Para el cerramiento tanto de la cubierta como los laterales, vamos a usar paneles tipo Sandwich descritos en el catálogo de Kingspan como TZC para la cubierta y TZ- VS para los laterales. Este tipo de cerramientos están formados por un soporte

base de perfil metálico, un aislamiento rígido de poliuretano y un sistema de impermeabilización mediante tapajuntas.

Se ha optado por este sistema **ya que permite la impermeabilización total sin** existencia de juntas, **así como la rotura de puentes térmicos**, por su gran adaptabilidad y rapidez de montaje.

Los paneles TZC y TZ-VS tienen un peso total de 10.7 kg/m² y 10.5 kg/m² respectivamente.

En cuanto a las dimensiones, cada placa se fabrica en longitudes de entre 2m y 13,5m por 1.15m de ancho, siendo el espesor de 50mm en cubierta y 60mm en los laterales.

Se dispondrán también dos lucernarios de policarbonato celular en la cubierta cuyas dimensiones son tales que, uniendo dos de ellos, funcionalmente son **idénticas** a las de los paneles TZC



Ilustración 6, Características Panel de Cubierta TZC

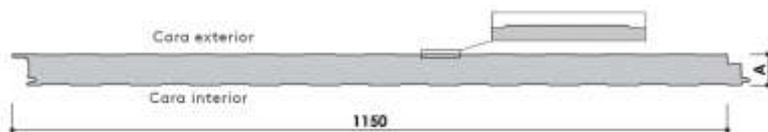
Por tanto, debido a que la longitud de planta es de 36m y la luz 26m (16m+10m), se necesita un total de:

- 58 paneles TZC de 8m de longitud.
- 8 paneles de policarbonato de 8m de longitud.
- 30 paneles TZC de 10m de longitud.
- 4 paneles de policarbonato de 10m de longitud.
- 56 paneles TZ-VS de 7m de longitud.
- 46 Paneles TZ-VS de 8m de longitud.

8 Paneles TZ-VS de 3,5m de longitud.

Debido a la inclinación de los faldones quedan unos 5-10 centímetros de la cubierta sin panelar. El sistema de remate en cumbre de del propio distribuidor está diseñado para cubrir separaciones de hasta 20cm en cada lado, por lo que no supondrá ningún inconveniente.

DIMENSIONES, PESO Y PRESTACIONES TÉRMICAS



Ancho útil	1.150 mm					
Longitud de fabricación	Estándar 2,0 a 13,5 m					
	Especial 13,5 a 16 m (transporte especial)					
Conductividad térmica (PIR)	0,0195 W/mK					
Conductividad térmica declarada (PIR)	0,0217 W/mK (considerando núcleo envejecido)					
Densidad del núcleo aislante	40 ± 5 kg/m³					
Espesor núcleo aislante (A)	35	40	50	60	80	100 (mm)
Peso	9,9	10,1	10,5	10,9	11,7	12,5 (kg/m²)
	11,4	11,6	12,1	12,6	13,5	14,4 (kg/ml)
Transmitancia térmica (PIR)	0,63	0,54	0,43	0,35	0,27	0,21 (W/m²K)

NOTA:

Transmitancia térmica determinada acorde a norma EN 14509, considerando el efecto del envejecimiento del núcleo aislante, y certificado mediante la marca N de AENOR.

Ilustración 7, Características Panel Lateral TZ-VS

Los paneles laterales deberán ser recortados in-situ siguiendo la forma geométrica de los pórticos hastiales de modo que toda la nave (a excepción de las puertas quede completamente cerrada.



Ilustración 8, Panel sándwich TZC para cerramiento de cubierta



Ilustración 9, Panel sándwich TZ-VS para cerramiento lateral.

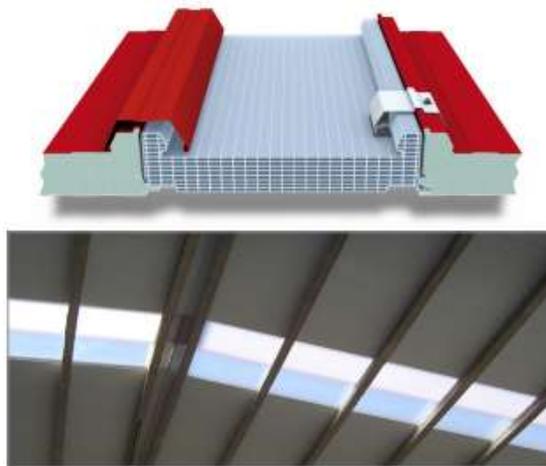


Ilustración 10. Panel policarbonato para lucernarios de cubierta.

2.2.6. Forjado

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 de acero laminado tipo IPE.

La alineación del ala superior de los perfiles será tal que garantice la planitud en el apoyo del forjado. Estos perfiles transmitirán las solicitaciones a los pilares, que a su vez las transmitirán a la cimentación.

Se ha optado por realizar el forjado mediante placas alveolares del fabricante Titán.

La placa alveolar es un elemento prefabricado de hormigón pretensado, con superficie plana y espesor constante, aligerado mediante orificios continuos en la placa llamados alvéolos, que reducen el peso del elemento. Adicionalmente, y gracias a la forma de este prefabricado permite que entre los alvéolos puedan colocarse instalaciones hidrosanitarias o eléctricas. Tiene un armado de negativos, que se posiciona en la superficie superior de la losa, centrado en los valles y cuya función es absorber los esfuerzos a tracción que se generan en los apoyos de la losa y un armado de positivos, que se sitúa en la parte inferior del valle y que a no ser que el fabricante exija su colocación, será opcional.

En el "DOCUMENTO 3. Anexos" se exponen los motivos por el cual se ha optado por la placa de 120mm de espesor.

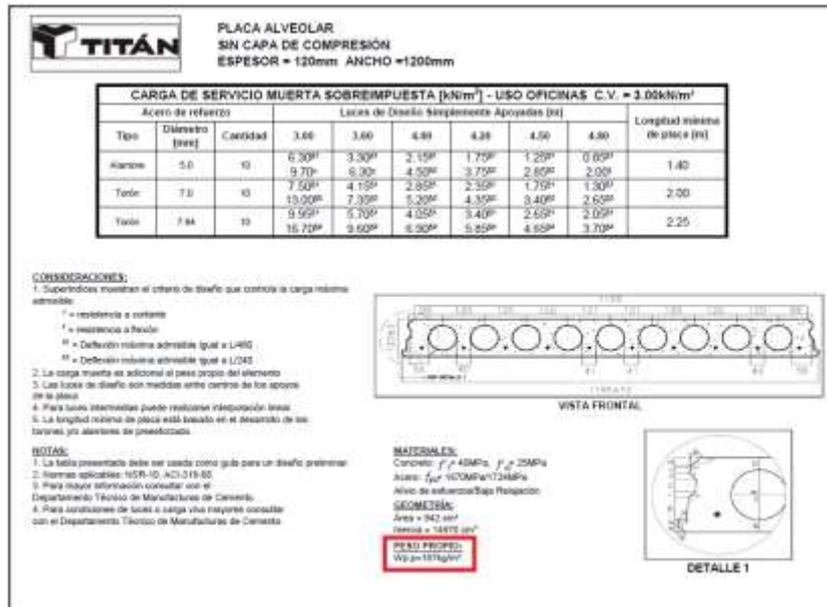


Ilustración 11, Características de la Placa alveolar

2.2.7. Arriostramientos

Para arriostrar 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.

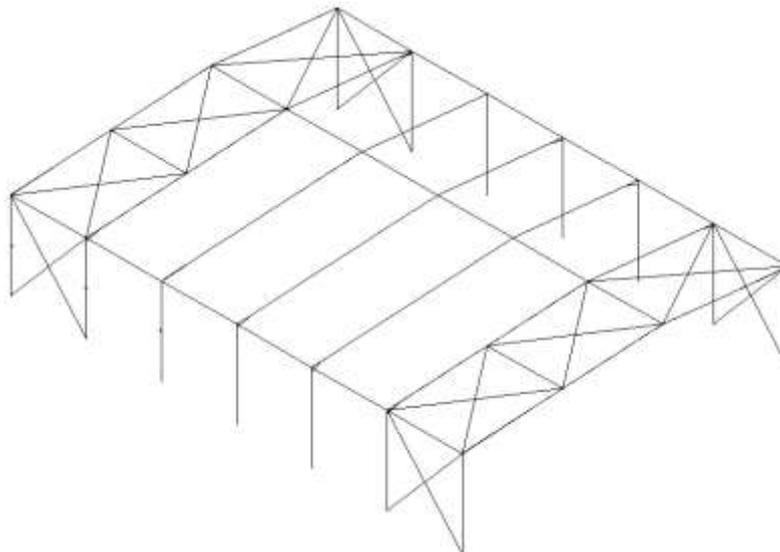


Ilustración 12, Esquema arriostramientos

2.2.8. 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.

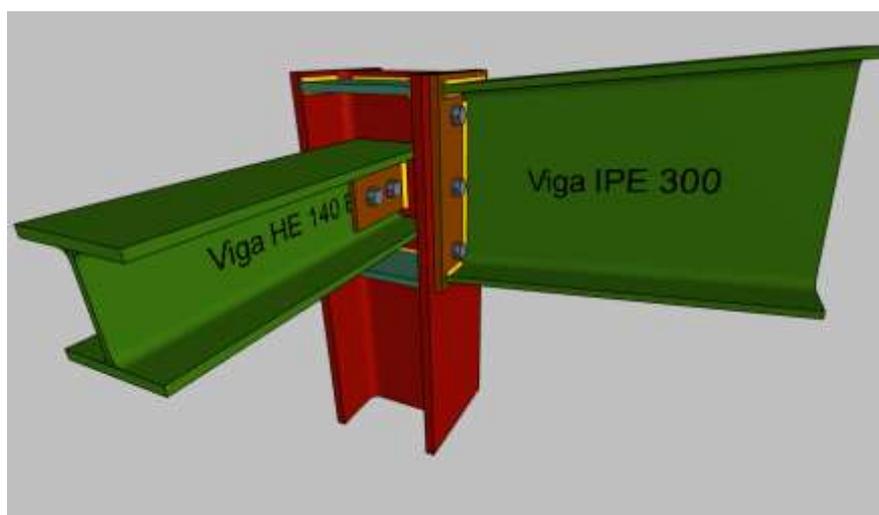


Ilustración 13, Ejemplo de unión atornillada

2.2.9. Escalera

Para poder acceder a la entreplanta, se han diseñado unas escaleras.

La altura a alcanzar, es la altura de la entreplanta más la del forjado, 3.60m.

Para lograr dicha elevación los escalones tendrán una huella de 28cm y una contrahuella de 18cm.

Se dotará de un descansillo de 1m de longitud a mitad de altura y otro de 2,5m al llegar a los 3,6m.

Se usarán unos perfiles IPE 160 para las vigas y HEB120 para los pilares.

Se han diseñado unos peldaños que se van a atornillar a la viga.

Dichos peldaños se realizarán mediante planchas de chapa lagrimada de 4 mm de espesor dobladas en frío.

2.2.10. Tabiquería

Las separaciones y compartimentaciones interiores se realizarán con placas de yeso, concretamente de la marca Pladur.

2.2.11. Puertas

Las puertas interiores serán puertas simples con núcleo de poliestireno extruido con placa blanca y doble manilla de medidas 900mm x 2100mm.

La puerta de entrada a la oficina será de doble con núcleo de poliestireno extruido con placa blanca y doble manilla de medidas 1200mm x 2100mm.

2.2.12. Alicatado

El alicatado de aseos y vestuarios se **realizará con** azulejos de color gris de 20 x 20 cm y se **fijarán con cemento-cola**.

2.2.13. Pavimento

Se usarán tres tipos de pavimento.

- Planta baja: se contará con un acabado de hormigón pulido y posteriormente pintado con pintura epoxi anti-abrasión.

- Oficina y Sala de personal: se recubrirá el suelo con placas vinílicas, imitación **parqué**.

- Vestuario y aseos: se colocará gres porcelánico, que será recibido con mortero de cemento.

2.2.14. Canalones y bajantes

Se colocarán dos canalones de PVC de espesor 2mm y diámetro 300mm, con 4 bajantes de diámetro 110mm por lado y uno en cada hastial también de chapa galvanizada.

2.2.15. Pinturas

Toda la estructura estará recubierta por pintura intumescente que garantice una protección R30 contra el fuego. Además, se pintará la estructura con una imprimación anti óxido para la protección contra la corrosión.

El suelo de la planta baja se va a pintar con pintura epoxi anti-**abrasión**.

Este tipo de recubrimiento es muy recomendado en talleres porque al curar, la resina no reacciona prácticamente con ningún elemento, por lo que es fácilmente lavable manteniendo una buena imagen corporativa.

Al venir en varios colores se realizarán las demarcaciones de zonas de trabajo, paso de vehículos y de personas una vez secada la capa base.

Colores:

- Zonas de trabajo: Azul.

- Zonas de paso de vehículos: Gris.
- Zonas de paso de personas: Verde.
- Líneas y señales. Amarillo.

2.4 Cumplimiento de los requisitos básicos del CTE

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la seguridad:

2.4.1 Seguridad estructural (DB SE)

- Resistir todas las acciones e influencias que puedan tener lugar durante la **ejecución y uso, con una durabilidad apropiada en relación con los costos de mantenimiento**, para un grado de seguridad adecuado.
- Evitar deformaciones inadmisibles, limitando a un nivel aceptable la probabilidad de un **comportamiento dinámico y degradaciones o anomalías inadmisibles**.
- Conservar en buenas condiciones para el uso al que se destina, teniendo en cuenta su vida en servicio y su coste, para una probabilidad aceptable.

2.4.2. Seguridad en caso de incendio (DB SI)

- Se han dispuesto los medios de evacuación y los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes, para que puedan abandonar o alcanzar un lugar seguro dentro del edificio en condiciones de seguridad.
- El edificio tiene fácil acceso a los servicios de los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción.
- El acceso desde el exterior está garantizado, y los huecos cumplen las condiciones de separación para impedir la propagación del fuego entre sectores.
- No se produce incompatibilidad de usos.
- La estructura portante del edificio se ha dimensionado para que pueda mantener su resistencia al fuego durante el tiempo necesario, con el objeto de que se puedan cumplir las anteriores prestaciones. Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo igual o superior al del sector de incendio de mayor resistencia.
- No se ha proyectado ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.

2.4.3. Seguridad de utilización y accesibilidad (DB SUA)

- Los suelos proyectados son adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, limitando el riesgo de que los usuarios sufran caídas.

-Los huecos, cambios de nivel y núcleos de comunicación se han diseñado con las características y dimensiones que limitan el riesgo de caídas, al mismo tiempo que se facilita la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

-Los elementos fijos o practicables del edificio se han diseñado para limitar el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento.

-Los recintos con riesgo de aprisionamiento se han proyectado de manera que se reduzca la probabilidad de accidente de los usuarios.

-En las zonas de aparcamiento o de tránsito de vehículos, se ha realizado un diseño adecuado para limitar el riesgo causado por vehículos en movimiento.

-El dimensionamiento de las instalaciones de protección contra el rayo se ha realizado de acuerdo al Documento Básico SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.

-El acceso al edificio y a sus dependencias se ha diseñado de manera que se permite a las personas con movilidad y comunicación reducidas la circulación por el edificio en los términos previstos en el Documento Básico SUA 9 Accesibilidad y en la normativa específica.

Prestaciones derivadas de los requisitos básicos relativos a la habitabilidad:

2.4.4. Salubridad (DB HS)

-En el presente proyecto se han dispuesto los medios que impiden la penetración de agua o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños, con el fin de limitar el riesgo de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones.

-El edificio dispone de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

-Se han previsto los medios para que los recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, con un caudal suficiente de aire exterior y con una extracción y expulsión suficiente del aire viciado por los contaminantes.

-Se ha dispuesto de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, con caudales suficientes para su funcionamiento, sin la alteración de las propiedades de aptitud para el consumo, que impiden los posibles retornos que puedan contaminar la red, disponiendo además de medios que permiten el ahorro y el control del consumo de agua.

-Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización disponen de unas características tales que evitan el desarrollo de gérmenes patógenos.

-El edificio proyectado dispone de los medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

2.4.5. Protección frente al ruido (DB HR)

-Los elementos constructivos que conforman los recintos en el presente proyecto, tienen unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, así como para limitar el ruido reverberante.

2.4.6. Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB HE)

-El edificio dispone de una envolvente de características tales que limita adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano-invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduce el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

-El edificio dispone de las instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos.

-El edificio dispone de unas instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente con un sistema de control que permite ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimiza el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnen unas determinadas condiciones.

-Se ha previsto para la demanda de agua caliente sanitaria la incorporación de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio.

2.5. Normas y Referencias

2.5.1. 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.

2.5.1.1 Código Técnico de la Edificación (CTE)

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.

2.5.1.2. Leyes a nivel estatal

Tienen especial relevancia en este proyecto y por ello se nombran en primer lugar:

-Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).

Con esta instrucción se regula el proyecto, ejecución y control de las estructuras de hormigón para lograr la seguridad de las propias construcciones y de sus usuarios.

En ella se 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

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

A continuación, se nombran otras leyes de aplicación estatal:

-Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

La Ley de Ordenación de la Edificación regula los aspectos esenciales de la edificación en España. Establece obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en la edificación, así como las garantías para su desarrollo. El objetivo es garantizar la calidad de las construcciones. Entre otros tipos de edificios, esta ley también regula el proyecto y construcción de las naves industriales (el artículo 2.1.b las recoge).

-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 se encarga de establecer y definir los requisitos que los establecimientos e instalaciones industriales deben cumplir a este respecto.

-Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

Esta ley establece cómo conseguir la certificación al respecto para una nave industrial.

2.5.1.3. Normativa autonómica y municipal

Otras normas autonómicas, forales y municipales a tener en cuenta son:

- Orden del dptº. de industria y energía. 11 ago. 92 24 ene. 94 7 oct. 92 23 feb. 94

Instrucción Técnica DIE-IT-ACL-01 sobre instalaciones de suministro y venta al público de los líquidos de automoción.

- Decreto 275/1986, del dptº. de industria y comercio. 25 nov. 86 13 dic. 86

Regula las actividades de normalización y certificación en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

- Ley 3/1998 del parlamento vasco. 27 feb. 98 27 mar. 98

Ley General de Protección del Medio Ambiente Establece el marco normativo de protección del medio ambiente, determinando los derechos y deberes de las personas físicas y jurídicas.

-Orden Foral 169/1996, de 26 de Marzo.

-Normas subsidiarias del Municipio de Munguía. BOB 7 de Abril de 1997.

2.5.2. Bibliografía

2.5.2.1 Libros

- 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.

- Reyes Rodríguez, Antonio Manuel. Cype 3D 2016 Diseño y cálculo de estructuras metálicas. Madrid: ANAYA Multimedia, 2015.

2.3.2.2. Páginas web

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>

- <http://www.teczone.es/>

2.5.2.3. Prontuarios y Catálogos

- Prontuario de paneles "Kingspan", comercializado por TecZone.

- Prontuario de perfiles metálicos.
- Prontuario de forjados losa alveolar Titán.

2.5.3. Programas informáticos

2.5.3.1. CYPE 2017

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 correas, se exporta a otro módulo, el "CYPE 3D" para calcular los perfiles de las barras que conforman el pórtico.

Se ha usado la licencia de la UPV-EHU a través de la Appstore de la propia universidad.

2.5.3.2 AUTOCAD 2019

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

2.5.3.3. Paquete Microsoft Office

En especial se ha usado el programa "Excel" para realizar cálculos y listas, ya que gracias a sus funciones es muy fácil automatizar la operación de gran número de datos, de modo que, si es necesario realizar algún cambio no es necesario volver a realizar todo el trabajo.

El programa "Word" se ha usado para redactar y maquetar los documentos.

2.6. Planificación de la obra

Los trabajos previos a la construcción consisten en la obtención de todas las licencias y permisos necesarios para su ejecución. Se estima un periodo de un mes para la obtención de todos los permisos.

Lo siguiente será la demolición de la nave existente y retirada de escombros. El proceso será el vaciado interior, demolición interior, demolición exterior. Se estima un periodo de 3 semanas para el proceso de demolición y retirada de escombros.

Una vez finalizado el proceso de demolición se procederá al vallado de la obra y a la instalación de caseta de obra, servicios higiénicos, vestuarios, acometidas de electricidad y agua potable. Se realizará también la adecuación de terreno para maquinaria, gestión de residuos y el acopio de materiales.

Una vez realizado el trabajo previo se indica el orden de ejecución de los trabajos, así como el tiempo estimado para cada uno de ellos:

- | | |
|---|-----------|
| - Limpieza del terreno | 1 semana |
| - Movimiento de tierras y excavación | 2 semanas |
| - Cimentación | 2 semanas |
| - Estructura metálica | 3 semanas |
| - Forjado | 1 semana |
| - Cubierta | 1 semana |
| - Cerramientos laterales | 2 semanas |
| - Solera | 1 semana |
| - Albañilería | 4 semanas |

Trabajo	semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Limpieza del terreno	■															
Movimiento de tierras y excavación		■	■													
Cimentación			■	■	■											
Estructura metálica						■	■	■								
Forjado y escaleras								■								
Cubierta									■	■						
Cerramientos laterales										■	■					
Solera									■							
Albañilería											■	■	■	■		

Tabla 2, Diagrama de Gant

2.7. Presupuesto de Ejecución Material

Capítulo	Título	Total
1	Demoliciones	58.372,17 €
2	Acondicionamiento del terreno	29.660,25 €
3	Cimentaciones	19.332,66 €
4	Estructuras	109.133,76 €
5	Cerramientos y Puertas de Acceso	135.867,52 €
6	Albañilería	44.333,89 €
7	Instalaciones	17.463,53 €
8	Contra incendios	3.382,17 €
9	Seguridad y salud	26.368,29 €
10	Control de calidad y ensayos	6.297,55 €
11	Gestión de residuos	3.732,69 €
Presupuesto de Ejecución Material (P.E.M.)		453.944,48 €

Gastos generales (13% P.E.M.)	59.012,78 €
Beneficio Industrial (6% P.E.M.)	27.236,67 €
Presupuesto de Ejecución Por contrata	540.193,93 €

I.V.A. (21%)	113.440,73 €
Presupuesto Total	653.634,66 €

2.8. Índice de Tablas e Ilustraciones

2.8.1 Índice de Ilustraciones

1. Emplazamiento de la Parcela	1
2. Vista de la nave	1
3. Vista 3D de la estructura y la cimentación	8
4. Esquema de las cimentaciones	10
5. Esquema pórtico	11
6. Características Panel de Cubierta TZC	12

7. Características Panel Lateral TZ-VS	13
8. Panel sándwich TZC para cerramiento de cubierta	14
9. Panel sándwich TZ-VS para cerramiento lateral	14
10. Panel policarbonato para lucernarios de cubierta	14
11. Características de la Placa alveolar	16
12. Esquema arriostramientos	16
13. Ejemplo de unión atornillada	17

2.8.2. Índice de Tablas

1. Ficha de condiciones urbanísticas	1
2. Diagrama de Gant	1

Firmado en Bilbao, día 16 de febrero de 2020



Gonçal Pulido Aguiló