

GRADO INGENIERÍA MECÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

***NAVE INDUSTRIAL PARA TUBERÍA
AERONAÚTICA***

DOCUMENTO 2- MEMORIA

Alumno/Alumna: Herrero Martín, Raúl

Director/Directora: Marcos Rodríguez, Ignacio

Curso: 2018-2019

Fecha: Lunes, 24 de Junio de 2019

2. MEMORIA

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
2.1.1. OBJETO.....	5
2.1.2. ALCANCE.....	5
2.1.3. ANTECEDENTES	6
2.1.4. UBICACIÓN.....	6
2.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
2.1.5.1. Descripción general del proyecto	8
2.1.5.2. Instalaciones.....	10
2.1.5.3. Proceso productivo	11
2.1.5.4. Condiciones de diseño.....	13
2.1.6. NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	14
2.1.6.1. Disposiciones legales y normativa aplicada.....	14
2.1.6.2. Bibliografía.....	16
2.1.7. PROGRAMAS DE CÁLCULO	16
2.1.8. PLANIFICACIÓN.....	17
2.1.9. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	20
2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA	23
2.2.1. ESTRUCTURA DEL EDIFICIO.....	23
2.2.1.1. Descripción general	23
2.2.1.2. Materiales	23
2.2.2. PÓRTICOS.....	24
2.2.3. UNIONES Y EMPALMES.....	25
2.2.4. ENTREPLANTA	25
2.2.5. FORJADO.....	25
2.2.6. CERRAMIENTOS.....	26
2.2.6.1. Cerramientos de cubierta	26
2.2.6.2. Cerramientos de fachada	28
2.2.7. CORREAS.....	29
2.2.8. CIMENTACIÓN.....	30
2.2.9. SOLERA	32
2.2.10. ESCALERA	32
2.2.11. ALBAÑILERÍA	32
2.2.11.1. Tabiques	32

2.2.11.2. Falso techo	33
2.2.12. CARPINTERIA	34
2.2.13. PINTURA	34
2.2.14. INSTALACIONES	34
2.2.14.1. Instalación contra incendios	34
2.2.14.2. Red de saneamiento aguas pluviales.....	34
2.2.14.3. Red de saneamiento de aguas fecales	35
2.2.14.4. Suministro de agua	35
2.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	36
2.3.1. OBJETO.....	36
2.3.2. REGLAMENTO	36
2.3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	37
2.3.4. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN SU CONFIGURACION, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRINSECO	39
2.3.4.1. Fachadas accesibles.....	39
2.3.4.2. Sectorización de los establecimientos industriales	40
2.3.4.3. Materiales	40
2.3.4.4. Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes.....	41
2.3.4.5. Evacuación de los establecimientos industriales.....	42
2.3.4.6. Elementos de evacuación	42
2.3.4.7. Señalización de los medios de evacuación.....	44
2.3.4.8. Sistemas automáticos de detección de incendios	45
2.3.4.9. Sistemas manuales de alarma de incendios.....	45
2.3.4.10. Extintores	45
2.3.4.11. Sistemas de rociadores automáticos de agua.....	46
2.3.5. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	46
2.3.5.1. Extintor de polvo seco polivalente ABC	46
2.3.5.2. Pulsador de alarma	46
2.3.5.3. Sirena acústica	47
2.3.5.4. Luminaria de emergencia	47
2.3.5.5. Carteles salidas de emergencia.....	47
2.3.5.6. Resumen Presupuesto Estudio Seguridad Contra Incendios	48

2. MEMORIA

2.1. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1.1. OBJETO

Mediante el siguiente documento se pretende realizar el cálculo estructural de una nave industrial, en la cual se fabrican tubería aeronáutica.

Esta nave tendrá una superficie de 800 m², situada en el polígono Torrelarragoiti, situada en la localidad de Zamudio (Vizcaya).

2.1.2. ALCANCE

En este proyecto se redactan las soluciones adoptadas para el diseño y la posterior construcción de una nave industrial destinada a la fabricación de tubería aeronáutica.

En la nave se va a desarrollar procesos industriales, por lo que dispondrá de todos los elementos requeridos para la fabricación de estos elementos.

El desarrollo del presente proyecto conlleva el cálculo de todos los elementos que componen la estructura de la nave, la elección de los acabados, compartimentaciones, cerramientos, carpintería, acabados, etc., el cálculo de la red de saneamiento, la red de abastecimiento de agua potable y el sistema de seguridad contra incendio. Todo ello adecuado a la futura actividad que se desarrollará en el interior de la misma y que será la fabricación de estructura metálica. No formará parte del presente proyecto la instalación eléctrica, ni la instalación de ventilación ni climatización del edificio.

Para llevar a cabo el cálculo de la nave resulta necesario, previamente al diseño de esta, el estudio de los diferentes tipos de materiales estructurales y soluciones que actualmente ofrece el mercado. Con el fin de optar por las opciones que mejor se adecuen al presente caso.

Una vez elegidos los elementos estructurales que compondrán la nave, se llevará a cabo la comprobación de su capacidad resistente y se verificará si cumplen las solicitudes necesarias. Se seguirá en todo momento la normativa vigente en dicho ámbito, además del CTE y todos sus Documentos Básicos (DB), cumpliendo de esta forma con las exigencias básicas de calidad que debe cumplir la edificación proyectada y sus instalaciones para satisfacer los requisitos de seguridad y habitabilidad.

Para llevar a cabo el cálculo y la comprobación de los elementos estructurales de la nave se hará uso del software “CYPE Ingenieros” en sus módulos de “Generador de Pórticos” y “CYPE 3D”.

2.1.3. ANTECEDENTES

La necesidad de aumentar la producción de tuberías aeronáuticas ha llevado a la necesidad de construcción de una nueva nave, situada cerca de la actual, con el fin de aumentar el proceso productivo de la empresa a nivel global.

Para la realización de este proyecto se han tenido en cuenta las directrices urbanísticas del Ayuntamiento de Zamudio.

2.1.4. UBICACIÓN

La nave descrita en el proyecto va a estar situada en el polígono industrial Torrelarragoiti, situado en Zamudio, Vizcaya.

La nave va a ser emplazada en esta ubicación debido a la buena red de comunicaciones con las que cuenta este polígono industrial, teniendo buenos accesos por carreteras nacionales y encontrarse cerca de la autovía.

Según el Plan General de Ordenación Urbana Vigente en el Ayuntamiento de Zamudio, y atendiendo a las normas del polígono industrial Torrelarragoiti, esta nave cumple las normas para su ubicación en dicha parcela.



Figura 1. Ubicación de la nave en el polígono Torrelarragoiti.

El polígono se encuentra en suelo clasificado como apto para urbanizar según las normas subsidiarias del ayuntamiento de Zamudio. Cuenta con una superficie total de 547.000 m² y 164 empresas ubicadas en él.

El polígono se encuentra a escasos metros del corredor del Txorierri, por lo que cuenta con buenos accesos para llegar a la ubicación. A parte, cuenta con aparcamiento gratuito.

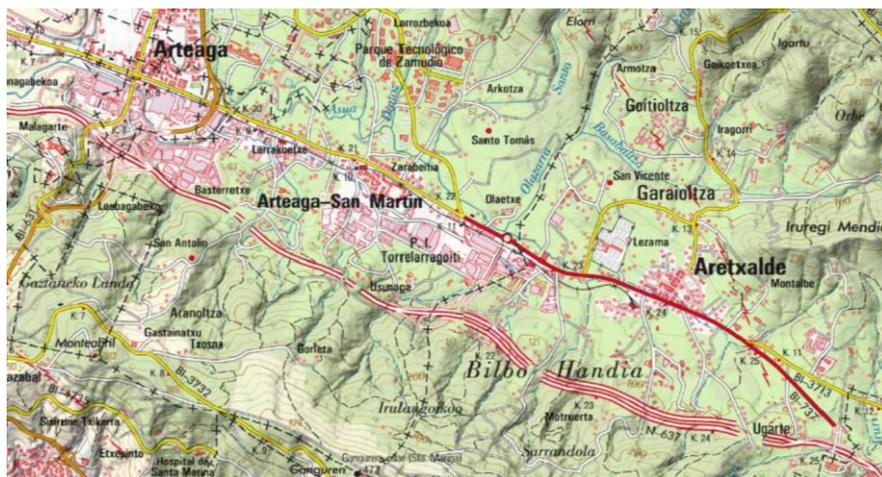


Figura 2: Mapa topográfico de Zamudio.

El polígono donde se va a situar la nave se encuentra a 50 metros de altura. Se situará al lado de la parcela 1, como muestra la figura 1.

Se trata de una parcela rectangular, que presenta unas dimensiones de 60m x 35m, por lo que dispone de un área de 2100 m².

La parcela no presenta desniveles, pero si altos niveles de maleza, por lo que será necesario un desbroce para comenzar las tareas de construcción. El terreno se encuentra clasificado por la NNSS de Zamudio como suelo apto para urbanizar industria, según el subapartado 4.3, uso de suelos, donde especifica, en el apartado de uso industrial, que se destinan para este uso las siguientes áreas:

- S.U.I.C.1 "Ugaldeguren"
- S.U.I.C.2 "Torrelarragoiti"
- S.U.I.C.3 "Parque tecnológico"
- S.U.I.C.4 "Pinoa"

2.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1.5.1. Descripción general del proyecto

El edificio cubre una superficie de 800 m² de geometría rectangular.

La nave tendrá una estructura metálica, a dos aguas, de 40 m de largo por 20 m de luz, con una altura a cabeza de pilares de 8 m.

La nave contará con una apertura central en la cara frontal de 6 metros de ancho por 3 de alto, para la entrada de materia prima. Además, dispondrá de una salida de emergencias en el hastial posterior, para cumplir con la normativa actual.

La nave dispondrá de 2 alturas; la primera, que ocupa toda el área de la nave, donde se realizan los procesos productivos; y la segunda, que ocupa una superficie de 200 m², donde se ubican las oficinas, las salas de reunión, y los aseos.

En su interior vamos a contar con una serie de salas que van a ser específicas para cada fase en la que nos encontremos en el sistema productivo que vamos a seguir.

DIMENSIONES SECCIONES			
PLANTA BAJA		ENTREPLANTA	
SECCIÓN	SUPERFICIE (m2)	SECCIÓN	SUPERFICIE (m2)
CÉLULA 1	53,9	OFICINA	89,77
CÉLULA 2	61,6	ASEOS	10,36
CURVADORA	51,59	SALA DE REUNIÓN 1	12,6
LIMPIEZA	60,98	SALA DE REUNIÓN 2	12,6
RAYOS X	58,29	SALA DE REUNIÓN 3	19,17
ALMACÉN	179,9		
ALMACÉN DE JIGS	69,39		
INSPECCIÓN FINAL	28,29		
PRUEBAS	49,9		
TOTAL	800	TOTAL	200

Tabla 1. Superficie de las áreas.

la disposición de esas zonas en la nave será de la siguiente forma:

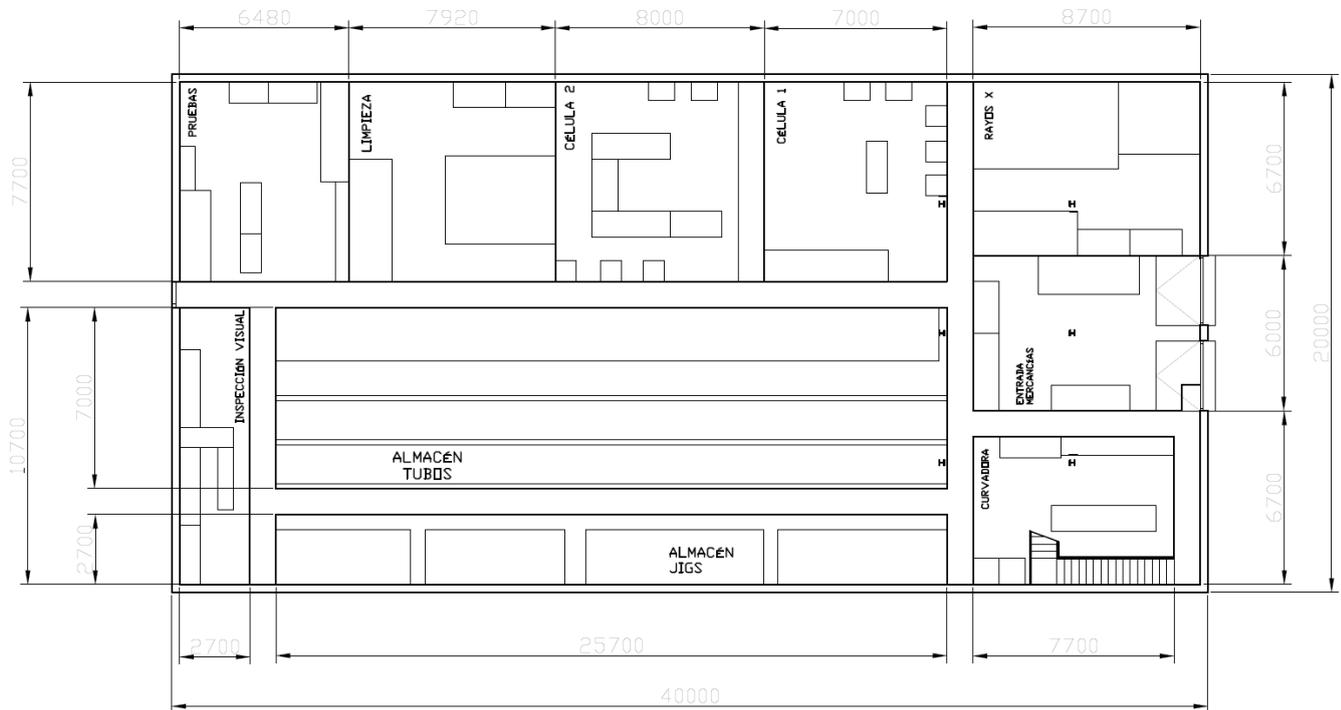


Figura 3. Esquema de distribución de la primera planta.

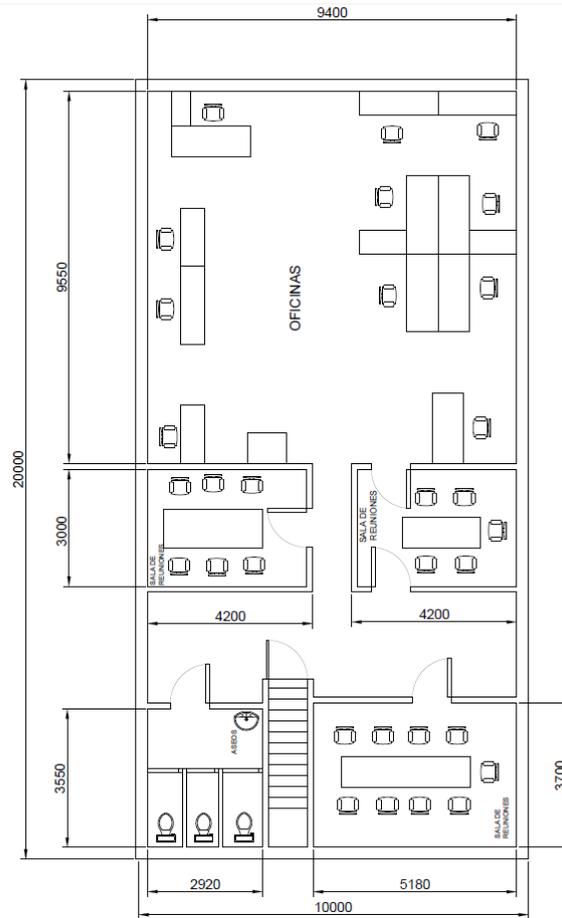


Figura 4. Esquema de distribución de la segunda planta.

2.1.5.2. Instalaciones

La nave contará con una serie de instalaciones, que la capacitarán para llevar a cabo los procesos productivos necesarios para la empresa.

Principalmente, contará con una instalación contra incendios, una red de saneamiento de aguas, instalaciones eléctricas e instalaciones hidráulicas, para el funcionamiento de las distintas máquinas. En el presente proyecto se analizará exclusivamente la instalación contra incendios y las redes de saneamiento, y la red de abastecimiento.

2.1.5.3. Proceso productivo

El proceso productivo de esta empresa corresponde a la elaboración de tubería aeronáutica. A través de ductos proporcionados por un proveedor, se conforman los tubos según los planos que suministran los clientes. La ilustración 5 muestra la distribución en planta del proceso:

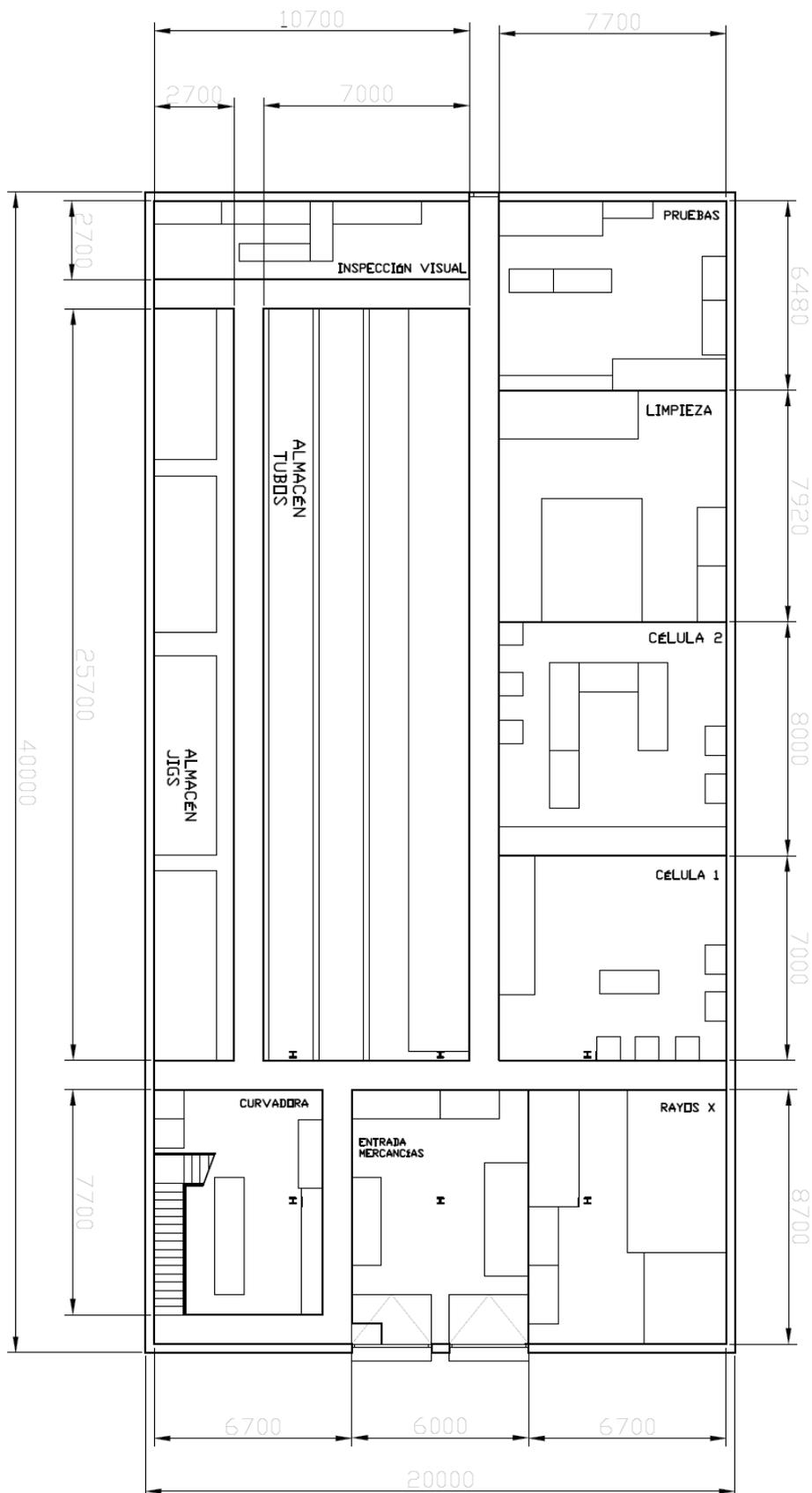


Figura 5. Esquema de la planta.

El tubo se recibe en la entrada de mercancías, para ser guardado en el almacén de tubos, clasificado dependiendo de su diámetro, que puede estar comprendido entre 4,71 milímetros o 63,1 milímetros. En cuanto se libera una orden de un diámetro específico, el número de tubos requeridos son enviados a la curvadora CNC, donde se les da la forma requerida por el cliente.

Una vez curvados, son enviados a la célula 1 o célula 2, dependiendo si tiene un diámetro superior a 25,4 milímetros, que serían enviados a la célula 2, o si es menor, a la célula 1. En ambas células el proceso es el mismo, los montadores son los encargados de marcar y cortar el tubo, ayudándose de los JIGs, que son el utillaje auxiliar específico de cada tipo de tubo donde se verifica que este está bien curvado y que marcan al montador por donde tiene que realizar el corte.

Una vez hechos los cortes, se preparan los extremos para su posterior soldado- se rebaban los extremos para realizar una soldadura en V-. En la soldadura se pretende unir los trozos de tubo cortado con elementos intermedios de unión, como válvulas, llaves de paso y demás elementos, llamados fittings. El soldador primero realiza un punteo sobre los elementos a unir, para fijarlos, y después realiza una soldadura orbital sobre todo el diámetro.

Una vez soldado, se envía el lote de tubos a rayos x, donde se realiza una inspección de todas las soldaduras. Si las soldaduras son válidas, el tubo se lleva al banco de pruebas, si, por el contrario, hubiera una soldadura defectuosa, se mandaría el tubo dañado de vuelta a la célula para ser reparado, y si no tiene arreglo, iría a la chatarra.

Finalmente, en la zona de inspección final se reciben los tubos, ya completamente ensamblados, para su última verificación. Si los ductos están en las condiciones que se requieren, estos son embalados y posteriormente guardados en el almacén de tubos, hasta que llegue el día de envío, donde son mandados a los clientes.

2.1.5.4. Condiciones de diseño

La nave a construir debe adecuarse a la necesidad de la empresa, que se dedica a la fabricación de tubería aeronáutica.

A partir de los requisitos estructurales, de espacio, y de elementos necesarios para la fabricación de dichos elementos, se ha llevado a cabo el cálculo del edificio con el fin de lograr una estructura resistente que cumpla con la normativa vigente y se adapte a las necesidades de la empresa.

2.1.6. NORMATIVA Y REFERENCIAS

2.1.6.1. Disposiciones legales y normativa aplicada

Se trata de una obra de nueva construcción por lo que, las exigencias básicas, que establece la normativa vigente, resultan de obligatoria aplicación tanto en la redacción del proyecto, como en el diseño, cálculo, conservación y mantenimiento de este y de sus instalaciones.

La normativa principal para seguir en todo momento durante la ejecución del proyecto y su materialización es el CTE y todos sus Documentos Básicos (DB), que regulan la calidad de la construcción del edificio y sus instalaciones para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad en él.

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE)
- Documento Básico de Acciones en la Edificación (DB-SE-AE)
- Documento Básico de Cimientos (DB-SE-C)
- Documento Básico de Acero (DB-SE-A)
- Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI)
- Documento Básico de Seguridad de Utilización y Accesibilidad (DB-SUA)
- Documento Básico de Salubridad (DB-HS)

Asimismo, para el empleo del hormigón resulta de obligado cumplimiento la Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08), en la que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de hormigón para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

En lo referente a seguridad en la obra, el proyecto y todos sus documentos cumplen con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre la Prevención de Riesgos Laborales y con el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el cual se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra.

En lo que concierne al sistema de seguridad contra incendios además del citado DB-SI, el proyecto cumple con el R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en establecimientos industriales. La instalación contra incendios del edificio cumple además con el R.D. 1942/1992 de 5 de noviembre, por el cual se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel. De esta forma se consigue reducir aún más el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de incendios accidentales.

Respecto al control de calidad en obra, el presente proyecto y todos sus documentos cumplen con el R.D. 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad

en la construcción.

En lo que respecta a la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) generados en obra, el presente proyecto y todos sus documentos siguen las exigencias determinadas en el R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el cual se regula la producción y la gestión de los residuos de construcción y demolición; y con la orden MAM 304/2002, por la que se establecen las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Además, se cumple con el R.D. 4/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos por depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos.

En lo referente a urbanismo, el edificio proyectado cumple con la Ley 2/2006, de 30 de junio, por la cual se regula el urbanismo en la comunidad autónoma del País Vasco. Además, sigue estrictamente la normativa del ayuntamiento de Zamudio, y más concretamente, la normativa con respecto al polígono de Torrelarragoiti:

- Normas Subsidiarias (NNSS) de Zamudio, aprobadas por B.O.B. nº 82, el 30 de abril de 2008.
- Normativa Urbanística de Zamudio, donde se recoge con respecto a Torrelarragoiti:

➤ Artículo nº 68.- S.U.I.C.2. TORRELARRAGOITI.

a) Superficie del S.U.I.C.2.: 46,85 Has.

b)- Condiciones de ordenación:

Coeficiente de edificabilidad: 0,65 m²/m²

Ocupación máxima en planta: 60% sobre parcela privatizable

Alturas: 12 m y B+2A

Alineaciones: las indicadas en los planos de ordenación.

Se trata de un suelo que se halla en la actualidad consolidado en su práctica totalidad por la edificación, en el que las condiciones concretas de edificabilidad de cada solar vendrán determinadas por aquellas que para dicho solar o parcela atribuya el correspondiente proyecto de reparcelación.

c)- Condiciones de uso:

Dominante Industrial, en categorías I-1, I-2, I-3, I-4

Permitidos Terciario, C-1b, C-1c, C-2a, C-3, C-4

Garaje, G-2a, G-2b

Equipamiento, Ec sin límite de categorías.

2.1.6.2. Bibliografía

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.generadordeprecios.info.com>
- <http://www.google.es>maps>
- <https://www.poligonosempresariales.es/poligono/torrelarragoiti/>

Prontuarios y catálogos

- Prontuario paneles ACH
- Prontuario perfiles metálicos
- Prontuario de losa alveolar Viguetas Navarras
- Prontuario falso techo Placo
- Prontuario tabiques cartón-yeso Knauf

Libros

- CYPE 3D 2016 Diseño y Cálculo de Estructuras Metálicas
- 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.

2.1.7. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Generador de pórticos CYPE

Módulo del programa informático CYPE que permite crear de forma rápida la geometría de un pórtico de la nave, definiendo las cargas de peso propio, uso, nieve y viento que actúan sobre él. Permite el dimensionamiento de las correas de cubierta y laterales, ofreciendo la opción de optimizar el perfil y la separación entre las mismas. Una vez

realizado el cálculo de las correas ofrece la opción de exportar la obra a CYPE 3D, para poder continuar con ella.

CYPE 3D

Módulo del programa informático CYPE, que ofrece la posibilidad de continuar con la obra creada en el Generador de pórticos, o empezar una obra nueva desde cero, añadiendo todas las barras y nudos necesarios para definir la estructura en su totalidad. Al igual que el Generador de pórticos permite introducir las diferentes cargas de forma rápida y permite el dimensionamiento de todos los elementos estructurales, con la opción de optimizar los resultados obtenidos. Incluye además el dimensionamiento de uniones, tanto soldadas como atornilladas y el dimensionamiento de las cimentaciones y placas de anclaje.

CESPLA

Se trata de un programa informático básico para el cálculo de estructuras reticulares planas. En el presente proyecto se ha hecho uso de él para cálculos puntuales y para obtener ciertos diagramas de momentos.

AUTOCAD

Software de diseño asistido por ordenador empleado para la realización de los planos.

2.1.8. PLANIFICACIÓN

Los trabajos previos a la construcción del edificio se basan en la obtención de las licencias necesarias. Sin ellas no será posible dar comienzo a las obras. Se estima un plazo de alrededor de 1 mes para la obtención de los permisos necesarios, dicho plazo puede verse afectado en función del ayuntamiento del municipio donde se emplazan las obras.

Una vez obtenidos los permisos y previamente a dar comienzo a las obras, se realizará en la parcela la instalación de la caseta de obra, servicios higiénicos, vestuarios, etc., las acometidas eléctricas y de agua potable, el vallado provisional del solar y el acondicionamiento interior de las diferentes zonas destinadas a maquinaria, acopio de materiales, gestión de residuos, etc. Se estima un periodo de alrededor de 1 mes para la realización de dichos trabajos.

Una vez completados los trabajos previos, empezarán los trabajos para la construcción de

la nave industrial. Dichos trabajos se ejecutarán siguiendo un orden natural y teniendo en cuenta que, para realizar ciertas fases de la obra, previamente han de ejecutarse otras fases.

se indica el orden de ejecución que seguirán las obras junto con una estimación del plazo para completar cada una de las fases:

- Desbroce del terreno: 1 semana
- Excavación: 2 semanas
- Cimentación: 3 semanas
- Estructura metálica: 9 semanas
- Cerramientos de cubierta: 3 semanas
- Solera: 2 semanas
- Forjado: 1 semanas
- Cerramientos laterales: 3 semanas
- Tabiquería: 3 semanas
- Pavimento: 2 semanas
- Instalaciones: 4 semanas
- Acabados: 2 semanas
- Urbanización: 4 semanas

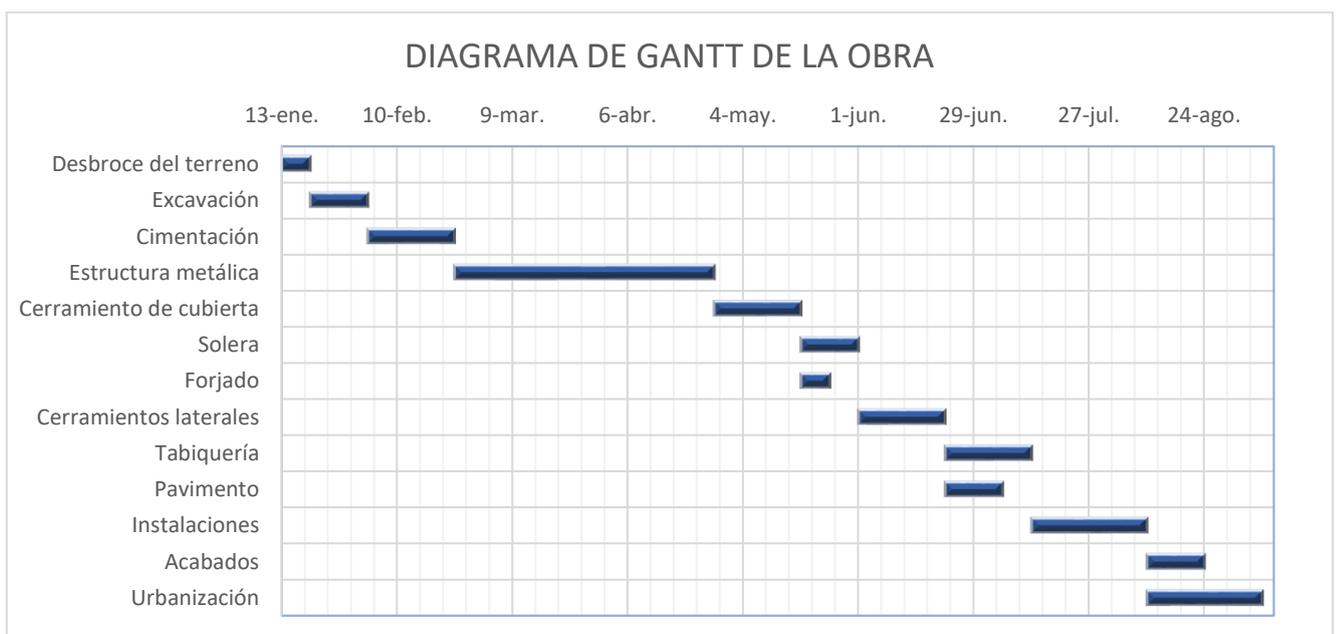


Figura 6: Diagrama de Gantt de la obra.

Las obras de construcción de la nave comenzarán el 13 de enero de 2020, y tienen previsto ser terminadas el 7 de septiembre de ese mismo año.

ACTIVIDAD	FECHA INICIO	DURACIÓN SEMANAS	DURACIÓN DÍAS	FECHA FINAL
Desbroce del terreno	13-ene.	1	7	20-ene.
Excavación	20-ene.	2	14	3-feb.
Cimentación	3-feb.	3	21	24-feb.
Estructura metálica	24-feb.	9	63	27-abr.
Cerramiento de cubierta	27-abr.	3	21	18-may.
Solera	18-may.	2	14	1-jun.
Forjado	18-may.	1	7	25-may.
Cerramientos laterales	1-jun.	3	21	22-jun.
Tabiquería	22-jun.	3	21	13-jul.
Pavimento	22-jun.	2	14	6-jul.
Instalaciones	13-jul.	4	28	10-ago.
Acabados	10-ago.	2	14	24-ago.
Urbanización	10-ago.	4	28	7-sep.

Tabla 2: Fechas inicio y fin de las actividades de la obra.

2.1.9. RESUMEN DE PRESUPUESTO

En el presente documento se desglosa los costes estimado para la realización de la nave, hasta los ámbitos que abarca esta. Para la obtención de unos datos más detallados de los costes de la nave, se acudirá al DOCUMENTO 7. -PRESUPUESTO.

En esta tabla se presentan los elementos necesarios para la construcción, y su precio correspondiente.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	U. MEDIDA	PRECIO TOTAL
7.1.1	Limpieza y desbroce	2,27 €	2100	m2	4.767,00 €
7.1.2	Excavación de zanjas para zapatas	11,53 €	93,38	m3	1.076,67 €
7.1.3	Excavación de zanjas para vigas de atado	11,53 €	25,6	m3	295,17 €
7.1.4	Excavación de zanjas para conductores de saneamiento	11,53 €	3,924	m3	45,24 €
ACONDICINAMIENTO DEL TERRENO Y EXCAVACIÓN					6.184,08 €
7.2.1	Hormigón de limpieza	8,68 €	21,36	m3	185,40 €
7.2.2	Hormigón armado HA-25/B/20/IIa	175,85 €	118,98	m3	20.922,63 €
7.2.3	losa alveolar 15+5cm	84,37 €	200	m2	16.874,00 €
7.2.4	Solera HA-25/B/20/IIa	175,85 €	160	m3	28.136,00 €
7.2.5	Pernos de anclaje (B500S)	11,56 €	1,08	kg	12,48 €
CIMENTACIÓN Y HORMIGONADO					66.130,52 €
7.3.1	HEB 300 para pilares	1,58 €	14976	kg	23.662,08 €
7.3.1	HEB 280 para pilares	1,58 €	3296	kg	5.207,68 €
7.3.2	HEA 280 para dinteles	1,58 €	12908,54	kg	20.395,49 €
7.3.2	HEA 260 para dinteles	1,58 €	2880,8	kg	4.551,66 €
7.3.3	IPE 270 para pilarillos	1,58 €	2119,79	kg	3.349,27 €
7.3.4	IPE 270 para vigas de atado	1,58 €	3971	kg	6.274,18 €
7.3.5	IPE 270 para pilares de entreplanta	1,58 €	1392,6	kg	2.200,31 €
7.3.6	IPE 270 para vigas de atado de entreplanta	1,58 €	917	kg	1.448,86 €
7.3.6	IPE 300 para vigas de atado de entreplanta	1,58 €	1688	kg	2.667,04 €
7.3.7	Redondo R16 para diagonales	1,58 €	184,38	kg	291,32 €
7.3.8	IPE 240 para vigas hueco de escaleras	1,58 €	423,66	kg	669,38 €
7.3.9	IPE 270 para vigas soporte de puerta	1,58 €	361	kg	570,38 €
7.3.10	Perfil UPN 180 para zancas de escalera	1,58 €	485,88	kg	767,69 €
7.3.11	Perfil UPN 100 para descansillo	1,58 €	42,4	kg	66,99 €
7.3.12	Perfil IPE 160 para pilares de escalera	1,58 €	98,59	kg	155,77 €
7.3.13	Chapa lagrimada	4,27 €	8,4	m2	35,87 €
7.3.14	Perfil en Z rigidizado ZF-140x2.5 para correas en cubierta	2,46 €	4593,6	kg	11.300,26 €
7.3.15	Perfil en Z ZF-225 x 4.0 rigidizado para correas en fachada	2,46 €	4432	kg	10.902,72 €
ESTRUCTURA METÁLICA					94.516,96 €
7.4.1	Panel para cerramiento de cubierta ACH	52,30 €	825,6	m2	43.178,88 €

7.4.2	Panel para cerramiento de fachada ACH	46,80 €	1007,2	m2	47.136,96 €
CERRAMIENTOS					90.315,84 €
7.5.1	Placas pladur para tabiques	17,50 €	202,18	m2	3.538,15 €
7.5.2	Falso techo	24,79 €	190	m2	4.710,10 €
7.5.3	Alicatado en aseos	20,95 €	10,6	m2	222,07 €
ALBAÑILERÍA					8.470,32 €
7.6.1	Portones	1.213,53 €	2	Ud	2.427,06 €
7.6.2	Puerta de emergencias	655,38 €	1	Ud	655,38 €
7.6.3	Puerta de aseos	202,69 €	1	Ud	202,69 €
7.6.4	Puertas en los servicios	163,30 €	3	Ud	489,90 €
7.6.5	Puertas de salas de reuniones	202,03 €	4	Ud	808,12 €
7.6.6	Puerta de escaleras	211,37 €	1	Ud	211,37 €
CARPINTERÍA					4.794,52 €
7.7.1	Pintura plástica en interiores	9,57 €	202,18	m2	1.934,86 €
7.7.2	Pintura intumescente	13,37 €	1054	m2	14.091,98 €
PINTURA					16.026,84 €
7.8.1	Conducto PVC Ø150	24,62 €	102	m	2.511,24 €
7.8.2	Arqueta de ladrillo para red pluvial	278,90 €	16	Ud	4.462,40 €
7.8.3	Bajante de red pluvial Ø125	13,02 €	136	m	1.770,72 €
7.8.4	Canalón Ø250	13,03 €	80	m	1.042,40 €
7.8.5	Conducto de PVC Ø 50	9,28 €	42	m	389,76 €
7.8.6	Arqueta de ladrillo para red residual	231,90 €	1	Ud	231,90 €
7.8.7	Bajante de red residual Ø50	9,24 €	8,5	m	78,54 €
7.8.8	Inodoro	480,44 €	3	Ud	1.441,32 €
7.8.9	Lavabo	144,91 €	1	Ud	144,91 €
7.8.10	Tubería de cobre	2,43 €	24	m	58,32 €
7.8.11	Bomba centrífuga	362,76 €	1	Ud	362,76 €
7.8.12	Válvula de paso	14,17 €	8	Ud	113,36 €
RED DE SANAMIENTO Y SUMINISTRO					12.607,63 €
7.9	Estudio de Seguridad y Salud	36.372,60 €	1	Ud	36.372,60 €
SEGURIDAD Y SALUD					36.372,60 €
7.10	Plan de Control de Calidad	1.799,50 €	1	Ud	1.799,50 €
CONTROL DE CALIDAD					1.799,50 €
7.11	Gestión de Residuos	3.345,75 €	1	Ud	3.345,75 €
GESTIÓN DE RESIDUOS					3.345,75 €
7.12	Estudio Seguridad Contra Incendios	1.649,45 €	1	Ud	1.649,45 €
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS					1.649,45 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE MATERIAL					342.214,01 €
BENEFICIO INDUSTRIAL (6% P.E.M.)					20.532,84 €
GASTOS GENERALES (13 % P.E.M.)					44.487,82 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA					407.234,68 €
IMPUESTOS (IVA 21%)					85.519,28 €

PRESUPUESTO TOTAL	492.753,96 €
--------------------------	---------------------

Tabla 3: Resumen de presupuesto total.

El presupuesto de contrata asciende a 492.753,96 €, IVA incluido.

2.2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

2.2.1. ESTRUCTURA DEL EDIFICIO

2.2.1.1. Descripción general

La nave proyectada cuenta con una luz de 20 metros y una longitud de 40 metros. La distancia entre pórticos es de 5 metros, consiguiendo así un total de 9 pórticos. La cubierta de la nave es a dos aguas, con 15º de inclinación.

La estructura se arriostra mediante tirantes en Cruz de San Andrés dispuestos en los pórticos hastiales, tanto en la cubierta como en los laterales. Estos arriostramientos ayudan a la estructura a absorber las fuerzas longitudinales que ejerce el viento sobre ella. La estructura también dispone de pilarillos en ambos hastiales, para soportar los vientos longitudinales mencionados anteriormente. Para la zona administrativa, situada a 5,5 metros de altura, se ha dispuesto una estructura de vigas y pilares articulados entre si que comprenden el área total que se requiere para la construcción de esta.

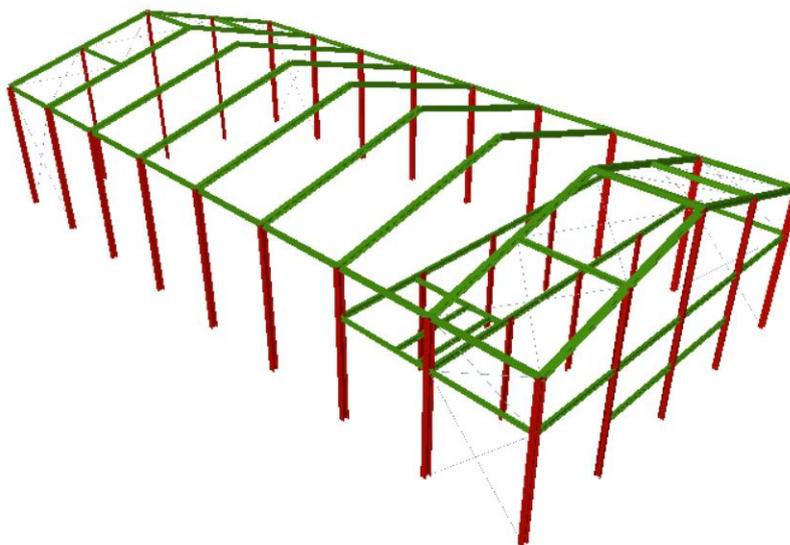


Figura 7: Estructura completa de la nave.

2.2.1.2. Materiales

La estructura de la nave se realizará mediante perfiles metálicos de acero. Las ventajas principales que presentan las estructuras de acero se resumen en su alta resistencia tanto a tracción como a compresión, su bajo peso propio en comparación al hormigón y la versatilidad que brinda al proyectista tanto en formas como en acabados. Dado a su bajo

peso propio, optimizando los perfiles al máximo, pueden conseguirse secciones muy reducidas y resulta una opción adecuada para salvar grandes luces.

Pese a las ventajas mencionadas es un material sensible al fuego por lo que debe ser protegido con una capa de pintura intumescente que mejore sus propiedades.

Los perfiles metálicos se clasifican según el tipo de acero en la UNE EN 10025. Generalmente en construcción, para perfiles laminados se emplea el acero S275 y para perfiles conformados el S235.

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)			Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Figura 8: Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025.

Se utilizarán perfiles laminados en acero S275 de las gamas IPE, HEB, UPN, HEA y perfiles tubulares.

2.2.2. PÓRTICOS

Se dispondrán de 9 pórticos alineados entre sí, de 20 metros de luz y 5 metros de distancia entre pórticos. Estos se agrupan en 2 clases, pórticos hastiales y pórticos centrales. Los pórticos hastiales dispondrán de pilarillos, que ayudarán a soportar los esfuerzos generados por el viento longitudinal. Estos también estarán arriestrados, tanto en los laterales como en la cubierta, con los pórticos adyacentes.

Para mayor detalle de los pórticos, ir al DOCUMENTO 4.- PLANOS, donde se puede observar las uniones y los detalles de cada uno de los pórticos que forman la nave.

2.2.3. UNIONES Y EMPALMES

Las uniones, tanto las realizadas en taller como las realizadas en obra, entre elementos metálicos serán en su gran mayoría uniones atornilladas, aunque en ciertas uniones donde no es posible realizar este tipo de unión, se optará por las uniones soldadas, con buen comportamiento estructural, pero difíciles de realizar en ciertas situaciones.

Las uniones atornilladas como las soldadas serán específicas para cada nudo. En las uniones atornilladas se utilizarán mayormente tornillos no pretensados.

Se llevará a cabo un estricto control de las soldaduras realizadas en obra, que, para una obra de las presentes dimensiones con un control a nivel normal, resultan suficientes los ensayos no destructivos de líquidos penetrantes.

En numerosas ocasiones se dispondrán rigidizadores y cartelas que refuercen las uniones y las doten de mayor rigidez, asegurando empotramientos perfectos entre los diferentes elementos estructurales.

2.2.4. ENTREPLANTA

La entreplanta se ubica en los dos primeros vanos de la nave, y es donde se ubican zona administrativa de la planta. Tendrá unas dimensiones de 200 m² y será la ubicación de las oficinas, 3 salas de reuniones y los aseos de la nave.

2.2.5. FORJADO

Dada las características de la estructura de la nave se optará por un forjado unidireccional, que apoyará sobre una estructura de entreplanta compuesta por vigas cargadero, en las que se preferirán perfiles laminados en acero S275, que transmitirán las solicitaciones a los pilares, que a su vez las transmitirán a la cimentación.

Dentro de los forjados unidireccionales, se elegirán los forjados de losa alveolares, elemento superficial plano de hormigón pretensado, con canto constante y aligerado mediante alveolos longitudinales que, en la ejecución de la estructura, ofrece la máxima economía de materiales, mano de obra y tiempo, lo que se traduce en una importante reducción de costes en esta fase. Su proceso de fabricación es, probablemente, el más industrializado dentro del sector del prefabricado de hormigón, utilizando medios y técnicas específicas bajo rigurosos controles de fabricación. Se trata de un elemento muy

versátil, siendo su uso más extendido el de elemento de forjado. Para este uso se dispone de cantos que generalmente varían entre los 12 cm y 50 cm.



Figura 9: Forjado de losa alveolar.

Para esta nave, se ha seleccionado una placa alveolar proporcionada por la empresa Viguetas Navarra, compuesto por un canto de 15+5 cm de recubrimiento de hormigón.

2.2.6. CERRAMIENTOS

2.2.6.1. Cerramientos de cubierta

Para los cerramientos de cubierta se ha optado por utilizar paneles Sandwich de la empresa ACH. Se ha escogido este tipo de cubierta por las prestaciones térmicas y acústicas que presenta.

Estos paneles están formados por dos láminas de acero adheridas mediante un adhesivo orgánico al núcleo de lana de roca. La cara interior dispone de microperforaciones de 3 mm de diámetro. Entre la cara perforada y el núcleo se coloca un velo de fibra de vidrio. Para obtener más absorción acústica se puede fabricar, bajo consulta previa, panel con perforaciones de 5 mm de diámetro.

El panel será de 0,5 mm de espesor, y contará en su interior con un panel de lana de roca, de 120 mm de espesor, que presenta una clasificación frente al fuego de A2, S1 d0. Los recubrimientos se aplican en función del uso del panel: SP25, PVDF25, PVDF35, HDS35, HDX55, PRISMA55, HPS200. Se utilizará el recubrimiento poliéster de 25 mm, SP25, que es el recubrimiento estándar de ACH.

Este panel es de 1 metro de anchura, por lo que será, necesarios 40 paneles para poder fabricar la cubierta en su totalidad.

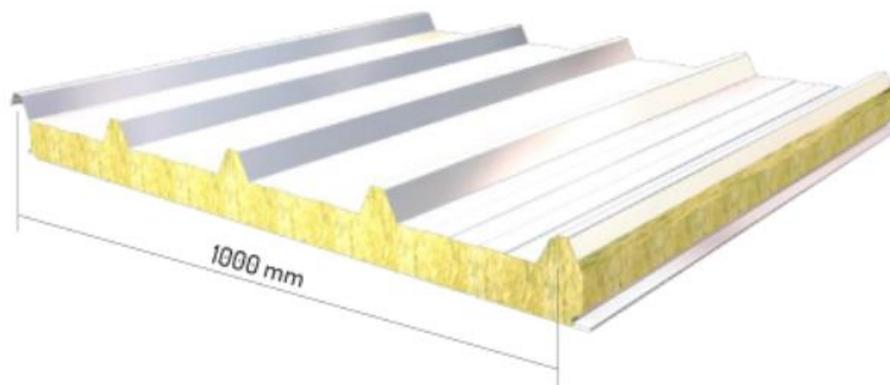


Figura 10: Cerramiento de la cubierta.

Los paneles se atornillarán a las correas cubiertas mediante tornillos autorroscantes. La unión se ocultará mediante tapajuntas que tendrán un acabado igual que el de los paneles con el fin de mantener una homogeneidad en toda la cubierta. Mediante los tapajuntas se garantizará la estanqueidad y protección de la unión.

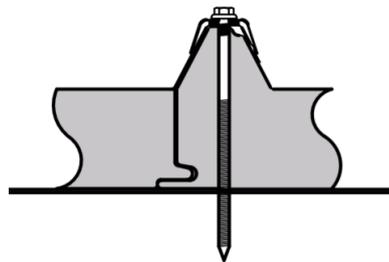


Figura 11: Fijación de paneles de cubierta.

2.2.6.2. Cerramientos de fachada

Para el cerramiento de fachada se ha escogido un panel tipo Sándwich de la empresa ACH. Este panel, al igual que los de cubierta, cuenta con un núcleo de lana de roca, lo que lo hace un buen aislante térmico y acústico, además de concederle una gran resistencia al fuego.

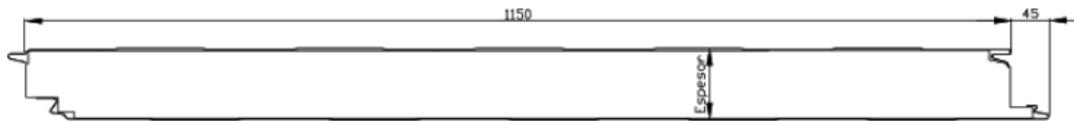


Figura 12: Esquema del panel de cerramiento de la fachada.

Al igual que el panel de cubierta, está formado por dos láminas de acero adheridas mediante adhesivo orgánico al núcleo de lana de roca

El panel metálico será de 5 mm de espesor, mientras que el núcleo de lana de roca constará de 60 mm de espesor. Tiene una clasificación de reacción al fuego A2, S1-d0. La cara interior está formada por una lámina metálica prepintada de idéntica composición que la exterior, siendo esta habitualmente de recubrimiento estándar silicona-poliéster, y de espesores inferiores al exterior, debido a que su ubicación es en el interior de la nave, y sus requerimientos técnicos por lo tanto son inferiores.

Este panel de 1150 mm de ancho, por lo que serán necesarios 36 paneles para completar la fachada.

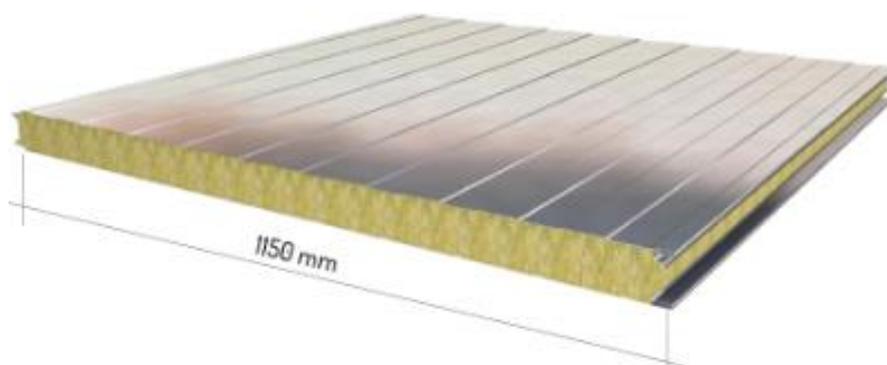


Figura 13: Cerramiento de la fachada.

La unión entre paneles se realizará mediante ensamblajes macho- hembra. El panel se fijará a las correas de fachada mediante tornillos autorroscantes y junta oculta que le brindará a la fachada la estanqueidad necesaria.

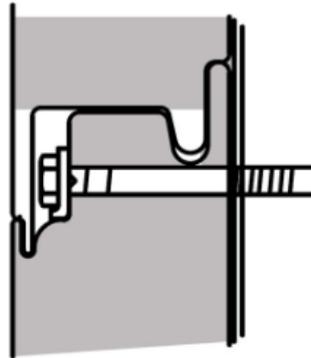


Figura 14: Fijación de paneles de fachada.

2.2.7. CORREAS

Las correas metálicas son los elementos constructivos sobre los que apoya el cerramiento de la nave, que apoyan a su vez sobre los dinteles o los cordones superiores de las celosías, mediante ejiones que impiden su vuelco. Con cerramiento de paneles prefabricados ligeros se emplean como correas perfiles laminados en caliente o conformados en frío. Entre estas dos opciones se preferirán los perfiles conformados en frío dado su buena relación resistencia-peso.

Debido a su bajo precio, y a su buen comportamiento estructural, se han elegido perfiles conformados en Z con rigidizadores, tanto en la fachada como en la cubierta.

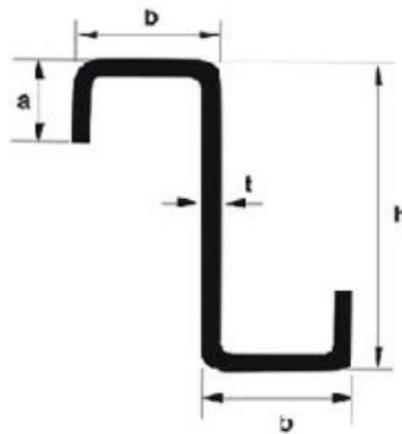


Figura 15: Perfil Z rigidizado.

2.2.8. CIMENTACIÓN

La cimentación de la nave a construir está basada en la construcción y unión de distintas zapatas y vigas de atado, que se construirán con hormigón armado HA-25, y con una capa de hormigón de limpieza de 10 cm para el nivelado de los fondos de la cimentación. La armadura que llevan tanto las zapatas como las vigas de atado será de acero corrugado B500S.

Para unir la zapata con los pilares se ha optado por utilizar pernos de anclaje embebidos en el hormigón.

Las zapatas utilizadas quedan agrupadas de la siguiente forma:

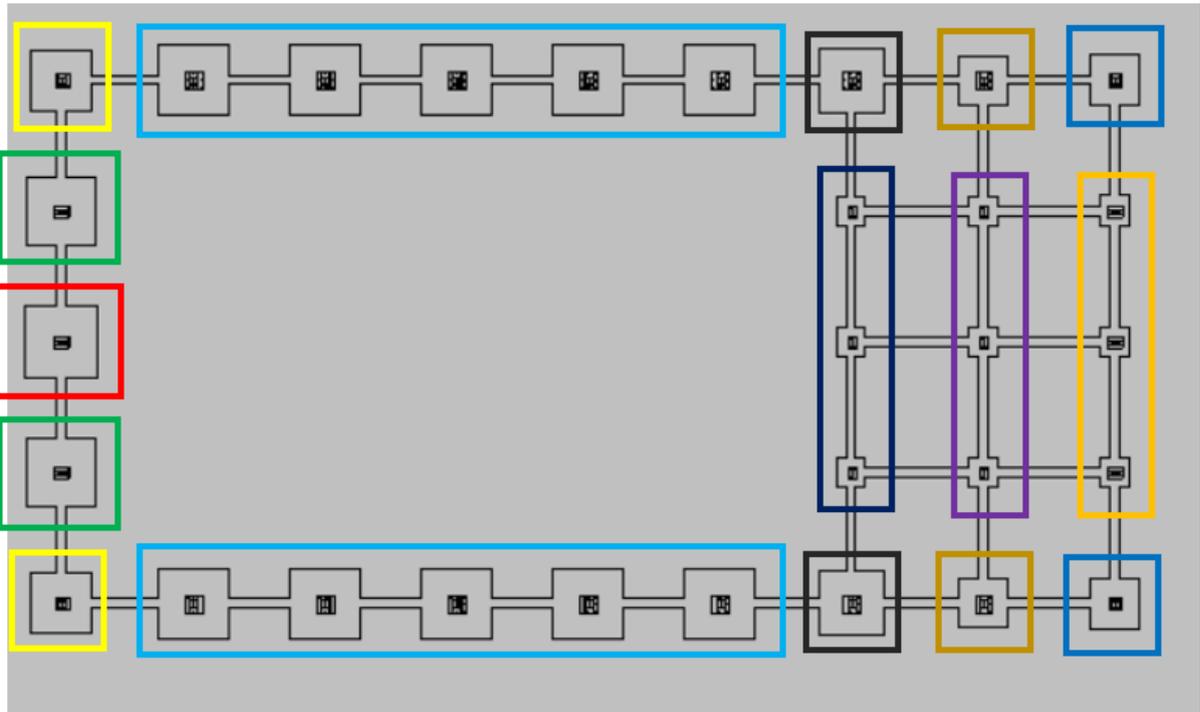


Figura 16: Agrupación de zapatas.

Las vigas de atado de esta construcción pertenecen todas al mismo grupo.

Las placas de anclaje quedan agrupadas de la siguiente manera:

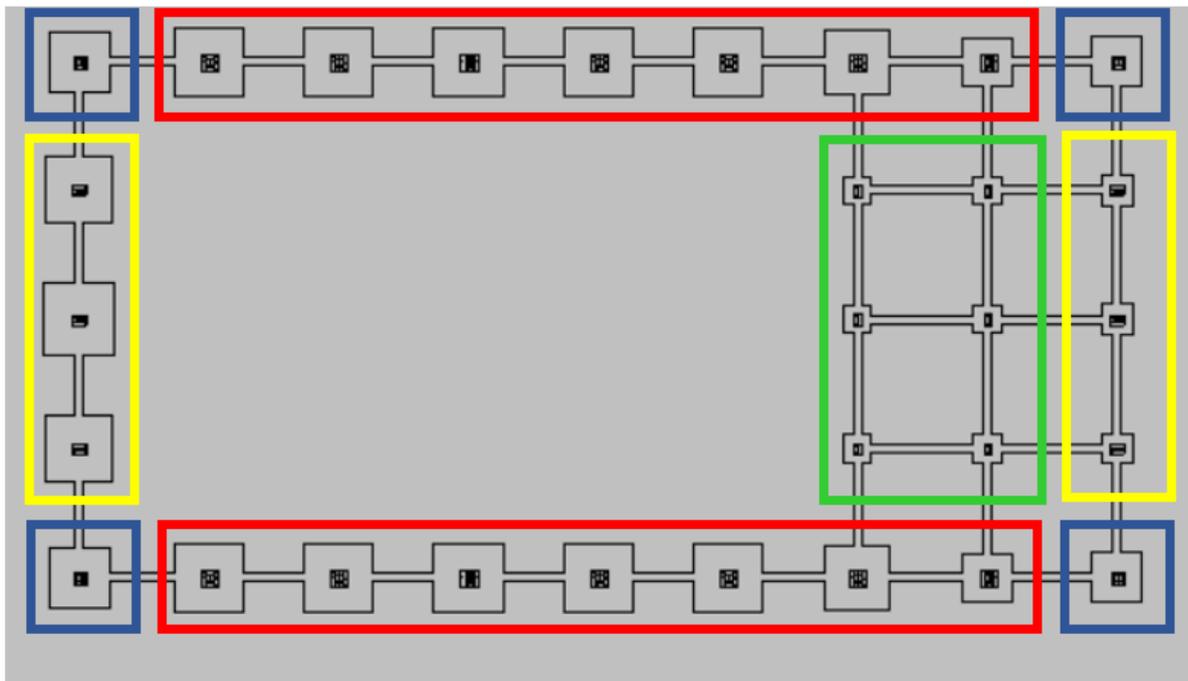


Figura 17: Agrupación de placas de anclaje.

Los detalles constructivos referentes tanto a las placas de anclaje, como a las zapatas y las vigas de atado se pueden ver en el DOCUMENTO 4.- PLANOS.

2.2.9. SOLERA

La solera que se emplea como revestimiento del suelo natural en la nave es una solera clasificada como pesada por la Norma Tecnológica NTE-RSS.

La solera se compone de una capa de 15 cm de arena de río con tamaño máximo de grano de 0,5 cm, vertida sobre el terreno natural debidamente compactado. Sobre la capa de arena se coloca una lámina de polietileno que realiza la función de impermeabilizante y facilita el movimiento de la capa de hormigón sobre la superficie. Antes de verter la capa de 20 cm hormigón, de resistencia característica 250 kg/cm², se coloca el mallazo.

2.2.10. ESCALERA

La escalera que une la planta baja con la primera planta de la zona administrativa es de estructura metálica. Se tratará de una escalera de ida y vuelta, formada por dos tramos, a 90º, con un descansillo intermedio, que salva una altura de 5,5 m entre forjados. La anchura de la escalera es de 1 metro, y cubre una distancia de 5,48 metros en el eje y, mientras que en el eje x cubre una distancia de 4,36 metros.

Las zancas de la escalera estarán formadas por perfiles UPN 180, mientras que la zona del descansillo estará soportada por perfiles UPN 100. La escalera está soportada por 4 pilares de perfil IPE 120. Los peldaños de la escalera están fabricados por chapa laminada, de 28 cm de huella y 18,3 cm de contrahuella. Los pasamanos que se van a colocar medirán 1 metro de alto, y se ubicarán 1 en cada lado. El material del pasamanos será de acero inoxidable F-314.

2.2.11. ALBAÑILERÍA

2.2.11.1. Tabiques

Para la separación de las distintas zonas de la zona administrativa de la entreplanta, se ha decidido utilizar paneles de cartón-yeso, con un aislante térmico y acústico interior de lana mineral.

La empresa suministradora será KNAUF, que proporcionará paneles de su gama W111, que utilizan una estructura metálica de canales horizontales sujetos al forjado superior y al suelo, y montantes verticales encajados en los canales. A esta estructura se le atornilla a cada lado una o más placas de yeso laminado.

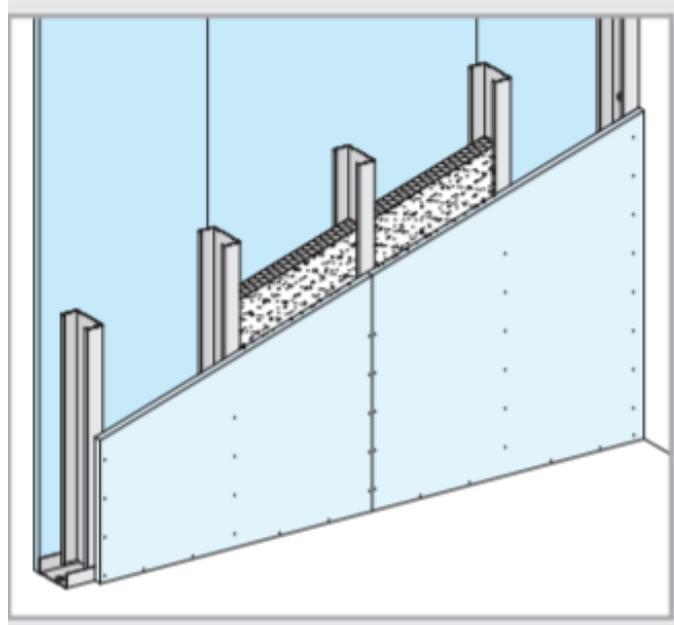


Figura 18: Tabique W111.

2.2.11.2. Falso techo

Se colocará un falso techo que cubra toda la zona de la entreplanta. Para ello se hará uso de los productos ofrecidos por la empresa PLACO, que proporciona paneles de cartón-yeso.

Los paneles cartón-yeso se apoyan sobre perfiles metálicos, a los que van atornillados. Estos perfiles van unidos a cables que acaban en pinzas, que a su vez van anclados a las correas de la cubierta.

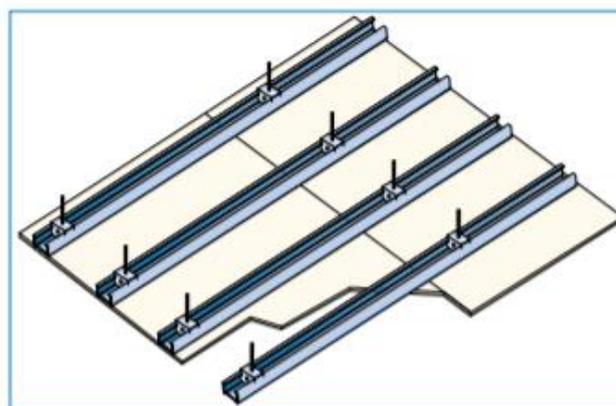


Figura 19: Croquis del falso techo.

2.2.12. CARPINTERIA

La carpintería de la nave se constituye por los 6 tipos de puertas y portones, de diferentes materiales y dimensiones que separan las distintas áreas que alberga.

- Portón de una hoja para garaje, 2 Ud
- Puerta de emergencia de una hoja, cortafuegos RF-90, 1 Ud
- Puerta para aseos lisa maciza, 1 Ud
- Puertas en los servicios lisa hueca, 3 Ud
- Puerta sala de reuniones lisa maciza, 4 Ud
- Puerta de escaleras castellana a las 2 caras, 1 Ud

2.2.13. PINTURA

Se va a utilizar 2 tipos de pintura para esta obra, pintura al esmalte sintético sobre yeso, para la zona administrativa, y pintura intumescente de resinas de polimerización especial para resistencia al fuego, para el exterior de la nave.

2.2.14. INSTALACIONES

2.2.14.1. Instalación contra incendios

Este edificio está clasificado como tipo C, con un nivel de riesgo intrínseco bajo según la aplicación del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (R.D. 2267/2004).

Para la protección de los trabajadores de la nave, se han dispuesto un sistema de detección y contención dotado de los siguientes elementos:

- 13 extintores de polvo
- 11 pulsadores de alarma
- 23 señales de indicación
- 4 sirenas acústicas
- 8 luminarias de emergencia

Los detalles de la ubicación de estos elementos pueden verse en el DOCUMENTO 4.- PLANOS.

2.2.14.2. Red de saneamiento aguas pluviales

La red de evacuación de aguas pluviales de esta construcción está dotada de 2 canalones, 8 bajantes, 9 arquetas y sus respectivos conductos que las unen entre ellas.

Los canalones están situados en los dos laterales de la nave, y tienen una longitud de 40 metros y un diámetro de 250 mm. Las bajantes conducen el agua de los canalones hasta las arquetas, y son de 125 mm de diámetro. Las arquetas, de 600x600 mm, están conectadas mediante conductos de PVC de 160 mm de diámetro que conducen el agua hasta la red de saneamiento del municipio. Estos elementos han sido dimensionados siguiendo el Documento Básico de Salubridad, y sus cálculos se muestran en el DOCUMENTO 3.- ANEXOS apartado 3.14.

2.2.14.3. Red de saneamiento de aguas fecales

La red de evacuación de aguas fecales está provista de una serie de ramales, los cuales salen de los 3 inodoros y del lavabo, una bajante, una arqueta y el conducto que une la red de saneamiento de la nave con la del municipio.

La bajante, de 50 mm de diámetro, conecta con la arqueta de 400x400, y está con la red de alcantarillado del municipio. Estos elementos han sido dimensionados ateniéndose a los parámetros dictados por el Documento Básico de Salubridad, y los resultados de dichos cálculos se muestran en el DOCUMENTO 3.- ANEXOS apartado 3.15.

2.2.14.4. Suministro de agua

Para este proyecto se ha decidido abordar solamente el suministro de agua fría, sin contar con un calentador para el agua caliente sanitaria (ACS).

La instalación de agua potable del edificio cuenta con una acometida, una bomba y válvulas de paso.

La instalación interior cuenta con un sistema de tuberías, y un sistema de válvulas de paso.

Las tuberías han sido dimensionadas de acuerdo con el Documento Básico de Salubridad.

El dimensionamiento de esta red de abastecimiento viene descrito en el DOCUMENTO 3.- ANEXOS apartado 3.16.

2.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

2.3.1. OBJETO

Este documento tiene como fin establecer las condiciones y requisitos que debe cumplir la nave industrial para tubería aeronáutica, situada en Torrelarragoiti, en el ámbito de prevención de incendios, y en caso de que se produjera, definir un plan para la evacuación de forma segura y la extinción sin riesgos de este fenómeno.

2.3.2. REGLAMENTO

El reglamento por el que se rige este estudio es el Real Decreto 2267/2004, del 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:

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

Los establecimientos industriales se clasifican, según su ubicación y configuración respecto a su entorno, siguiendo el apartado 2.1. del anexo I del R.D.

Teniendo en cuenta que el establecimiento industrial ocupa todo un edificio y que se encuentra a una distancia superior a 3 m de los edificios colindantes, pertenece al grupo de establecimientos tipo C.

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.

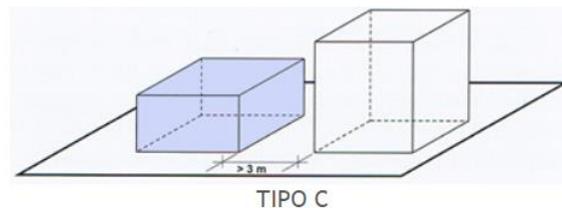


Figura 20: Establecimiento industrial tipo C

2.3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN 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 m^2 .
- 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/m^2 o $Mcal/m^2$.
- S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .

Los valores de C_i se obtienen de la tabla 1.1. del catálogo CEA de productos y mercancías, o de tablas de catálogos similares.

TABLA 1.1
GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, C_i		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<ul style="list-style-type: none"> - Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1. - Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

Figura 21: Grado de peligrosidad de los combustibles.

La nave en estudio sería de clase de peligrosidad baja, ya que no maneja ningún material peligroso catalogado como de peligrosidad media o alta, por lo que el valor de C_i será de 1.

El valor de R_a y q_{si} para el acero es de 1 y 40 Mj/m^2 respectivamente, ya que en toda la nave se procede a la manipulación de acero.

El valor de A es el área total de la nave, en este caso 1000 m^2 , los 800 de la planta baja más los 200 m^2 de la nave.

Se ha de hacer el estudio para las diferentes áreas de la nave.

Con estos datos, se obtiene una densidad de carga de fuego ponderada y corregida en cada una de las secciones. Utilizando la tabla que está a continuación, se obtiene el nivel de riesgo intrínseco de cada zona.

Nivel de riesgo intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
	$Mcal/m^2$	MJ/m^2	
BAJO	1	$Q_b \leq 100$	$Q_b \leq 425$
	2	$100 < Q_b \leq 200$	$425 < Q_b \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_b \leq 300$	$850 < Q_b \leq 1275$
	4	$300 < Q_b \leq 400$	$1275 < Q_b \leq 1700$
	5	$400 < Q_b \leq 800$	$1700 < Q_b \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_b \leq 1600$	$3400 < Q_b \leq 6800$
	7	$1600 < Q_b \leq 3200$	$6800 < Q_b \leq 13600$
	8	$3200 < Q_b$	$13600 < Q_b$

Figura 22: Niveles de riesgos intrínseco

Para todas las zonas de la nave, el nivel intrínseco será bajo de nivel 1.

2.3.4. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS SEGÚN SU CONFIGURACION, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRINSECO

2.3.4.1. 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.

2.3.4.2. Sectorización de los establecimientos industriales

Para riesgo intrínseco bajo de nivel 1, y siendo de tipo C, no existe límite de superficie a construir.

2.3.4.3. 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:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- 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).

2.3.4.4. 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 que se muestra a continuación:

NIVEL DE RIESGO INTRINSECO	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)

Figura 23: Tiempo de estabilidad al fuego de los elementos estructurales portantes.

Teniendo en cuenta el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento y el tipo de edificio, los elementos estructurales portantes deberán presentar una estabilidad al fuego mínima de 30 minutos, tiempo que se considera necesario para el desalojo del edificio.

La tabla resulta de aplicación tanto a la estructura principal de la cubierta ligera como a los soportes que sustentan la entreplanta, siempre que los recorridos de evacuación, desde cualquier punto del establecimiento industrial hasta una salida, no superen los 25 metros.

2.3.4.5. 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:

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

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

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

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

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.

La empresa contará con un personal de 70 personas, pero nunca habrá más de 30 a la vez, ya que se trabaja a 3 turnos, y la gente de oficina solo coincide con el grupo de mañana y el grupo de tarde.

Por tanto, y teniendo en cuenta que en oficina trabajan 10 personas, y se requieren 20 personas en el taller, el número máximo de personas reunidas en el edificio es de 30.

Con este dato, la ocupación es de:

$$P = 1,10 \cdot p = 1,1 \cdot 30 = 33 \text{ personas.}$$

2.3.4.6. Elementos de evacuación

Según el CTE SI anexo III, si se dispone únicamente de una salida, las distancias máximas del recorrido de evacuación de los diferentes sectores de incendio de la nave no superarán los 35 m, si se dispone de dos salidas, en cambio, dicha distancia puede verse aumentada hasta 50 m. por este motivo, se dispondrá de una salida de emergencia en el hastial trasero.

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 1,20 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	$A \geq P / 160$ ⁽⁹⁾
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)$ ⁽⁹⁾
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$ ⁽⁹⁾
Pasillos protegidos	$E \leq 3 S + 200 A_S$ ⁽⁹⁾
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600 \geq 1,00$ m ⁽¹⁰⁾
Escaleras	$A \geq P / 480 \geq 1,00$ m ⁽¹⁰⁾

A = Anchura del elemento, [m]
A_S = Anchura de la *escalera protegida* en su desembarco en la planta de *salida del edificio*, [m]
h = *Altura de evacuación* ascendente, [m]
P = Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.
E = Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable;
S = Superficie útil del recinto, o bien de la *escalera protegida* en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los rellanos y de las mesetas intermedias, o bien del *pasillo protegido*

Figura 24: Dimensionado de los elementos de evacuación.

De acuerdo con el CTE SI anexo III, la anchura de las puertas, de las escaleras y de las zonas de paso debe ser la que se menciona en la tabla adjunta.

La anchura de las puertas debe ser mayor de 0,8 metros y al menos mayor que P/200, 0,165 metros. Todas las puertas escogidas son de 1 metro de ancho. A parte de esta especificación, n puertas de una hoja, la anchura de la hoja será igual o menor que 1,20 m y en puertas de dos hojas, igual o mayor que 0,60 m. La nave solo contará con puertas a 1 hoja.

La anchura de la escalera tiene que cumplir que sea mayor que P/160, por lo que se ha decidido diseñar una escalera de 1 metro de ancho.

Las zonas de paso también son de 1 metro de ancho, cumpliendo con la normativa vigente.

2.3.4.7. Señalización de los medios de evacuación

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

- 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.
- La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- 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.
- 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.
- 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.

2.3.4.8. Sistemas automáticos de detección de incendios

El artículo 3 del Anexo III del RSCIEI, especifica los casos en los que resulta obligatorio instalar dichos sistemas, en base a al tipo de edificio, nivel de riesgo intrínseco y a su superficie.

En la nave industrial sujeta a estudio, no será obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendio, ya que el edificio se ha catalogado como Tipo C, con una superficie útil de 800 m², y su nivel de riesgo intrínseco es bajo.

2.3.4.9. Sistemas manuales de alarma de incendios

Como no se requieren sistemas automáticos de detección de incendio, es obligatorio instalar sistemas manuales. Estos, serán pulsadores, y deberán cumplir con la norma UNE-23007.

Se colocarán al menos, junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, de manera que la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, debe ser inferior a 25 metros.

2.3.4.10. Extintores

Deberán instalarse extintores de incendio en todos los sectores del establecimiento industrial.

Como la norma recomienda no emplear agua o espuma en presencia de electricidad, se emplearán extintores de Polvo Seco Polivalente ABC.

Deben seguir la norma UNE 23-110 y deben estar homologados por el Ministerio de Industria y Energía. Asimismo, deberá aparecer en su placa el tipo de extintor y el tiempo de descarga del mismo

El CTE-DB-SI define los criterios para la colocación y el número de extintores necesarios en la nave:

- La distancia máxima que debe recorrer un usuario hasta el extintor más próximo no debe exceder 15 metros en la misma planta.
- El extintor deberá estar instalado cerca de la salida principal y próximo a las salidas

de emergencia

- Los extintores deberán estar colgados a una altura máxima de 1,7 metros. La altura mínima entre el suelo y la base del extintor será de 10 cm.

2.3.4.11. Sistemas de rociadores automáticos de agua

En la presente nave, no será necesario instalar bocas de incendio equipadas, ya que presenta un nivel de riesgo intrínseco bajo y su superficie total construida es de 800 m².

2.3.5. PRESUPUESTO ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

2.3.5.1. Extintor de polvo seco polivalente ABC

Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente anti brasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, con accesorios de montaje, según UNE-EN 3.

13 Ud 41,83 €/Ud

543,79€

2.3.5.2. Pulsador de alarma

Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme, según UNE-EN 54-11. Incluso elementos de fijación.

11 Ud 30,58 €/Ud

336,38€

2.3.5.3. Sirena acústica

Suministro e instalación en paramento interior de sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Incluso elementos de fijación.

4 Ud 55,21 €/Ud

220,84€

2.3.5.4. Luminaria de emergencia

Suministro e instalación en superficie en zonas comunes de luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Incluso accesorios y elementos de fijación.

8 Ud 50,03 €/Ud

400,24€

2.3.5.5. Carteles salidas de emergencia

Placa de señalización de medios de evacuación, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación.

23 Ud 7,41 €/Ud

148,2€

2.3.5.6. Resumen Presupuesto Estudio Seguridad Contra Incendios

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	PRECIO TOTAL
2.3.5.1	Extintor seco polivalente ABC	41,83 €	13	543,79 €
2.3.5.2	Pulsador de alarma	30,58 €	11	336,38 €
2.3.5.3	Sirena acústica	55,21 €	4	220,84 €
2.3.5.4	Luminaria de emergencia	50,03 €	8	400,24 €
2.3.5.5	Carteles salidas de emergencia	7,41 €	23	170,43 €
PRESUPUESTO ESTUDIO SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS				1.670,84 €

Presupuesto total para el estudio de seguridad contra incendios: 1.670,84 EUROS

