



UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR

**DEPARTAMENTO DE MECANICA DE MEDIOS CONTINUOS Y TEORIA
DE ESTRUCTURA**

PROYECTO FIN DE CARRERA

INGENIERIA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A LA EXPOSICIÓN Y VENTA”**

Autor: RODRIGO DEL CURA GALLEGO

Tutor: CARLOS SANTIUSTE ROMERO

MAYO, 2012

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. RESUMEN	13
1.2. MOTIVACIÓN	10
1.3. OBJETIVOS	12
2. REQUISITOS	15
2.1. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS.....	16
2.2. REQUISITOS NORMATIVOS GENERALES.....	19
2.3. REQUISITOS NORMATIVOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	22
2.4. CONDICIONES A CUMPLIR POR LA NORMA SUBSIDIARIA DE CUBAS DE LA SAGRA	23
2.5 TERRENO.....	25
2.5.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO	25
2.5.2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	25
3. DISEÑO	26
3.1 NAVE.....	27
3.1.1. SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA	27
3.1.2. PORTICOS	27
3.1.3. CUBIERTA.....	30
3.1.4. CIMENTACIÓN	33
3.2 CERRAMIENTO Y TABIQUERÍA.....	34
3.2.1. CERRAMIENTO DE FACHADAS.....	34
3.2.2. TABIQUERÍA.....	35
3.2.3. REVESTIMIENTOS.....	35
3.2.4. CARPINTERÍA	36
3.2.5. PARTICIONES	36
3.3 INSTALACIONES	37
3.3.1. INSTALACIÓN DE FONTANERIA Y SANEAMIENTO	37
3.3.2. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACION Y VENTILACIÓN	37
3.3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	38
3.3.4. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	39
4. CALCULO DE LA ESTRUCTURA	41
4.1. PLANTEAMIENTO Y CARGAS APLICADAS.....	42
4.2. RESOLUCIONES Y COMPROBACIONES CON CYPE 2008	45
4.2.1. GEOMETRÍA	47

4.2.2. CARGAS.....	48
4.2.3. TENSIONES OBTENIDAS EN LAS BARRAS.....	50
4.2.4. FLECHAS.....	52
4.2.5. PLACAS DE ANCLAJE	53
4.2.6. SOLDADURAS DE LOS PÓRTICOS Y PLACAS DE ANCLAJE.....	54
4.3. ANALISIS CRÍTICO DE RESULTADOS:.....	57
5. INSTALACIONES	59
5.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	60
5.1.1. DESCRIPCIÓN	60
5.1.2. CÁLCULOS	61
5.2. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	63
5.2.1. DESCRIPCIÓN	63
5.2.2. CÁLCULOS.....	63
5.2.3. CONCLUSIONES	73
5.3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	75
5.3.1. DESCRIPCIÓN	75
5.3.1. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.....	75
5.3.3. INSTALACIÓN AGUA CALIENTE.....	75
5.4. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	76
5.4.1. DESCRIPCIÓN	76
5.4.2. RED DE AGUAS RESIDUALES-FECALES.	76
5.4.3. RED DE AGUAS PLUVIALES.	76
6. PRESUPUESTO	77
6.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	78
6.2. SANEAMIENTOS.....	78
6.3. CIMENTACIONES Y SOLERAS.	78
6.4. ESTRUCTURA METALICA.....	78
6.5. CERRAMIENTOS, ALBAÑILERÍA, FFB Y FFV (Fachada de Fabrica de Bloque y Vidrio).....	79
6.6. SOLADOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS DE TECHOS.....	79
6.7. PARTICIONES DE MADERA.....	79
6.8. CERRAJERÍA, DEFENSAS, CARPINTERÍA METÁLICA Y PPA(Particiones y Puertas de Acero).	79
6.9. VENTILACIÓN.....	79
6.10. PINTURAS.....	80
6.11. ELECTRICIDAD.....	80
6.12. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.	80

6.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	80
6.14. FONTANERÍA.....	80
6.15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	82
6.16. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS SOBRE EL PRESUPUESTO	83
7. DOCUMENTOS DE SOPORTE	85
7.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	86
7.1.1. MEMORIA.....	86
7.2.2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	112
8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	115
8.1. CONCLUSIONES	116
8.2 TRABAJOS FUTUROS.....	117
9. BIBLIOGRAFÍA	119
9.1. TEXTOS CONSULTADOS	120
9.2. PÁGINAS WEB CONSULTADAS.....	120
9.3. NORMAS Y REGLAMENTOS CONSULTADOS.....	120
9.4. NORMATIVA PARA QUE LA NAVE CUMPLA LOS REQUISITOS.....	121
9.4.1. REFERENCIAS GENERALES	121
9.4.2. ESPECIFICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	123
9.4.3. CONDICIONES A CUMPLIR. NORMAS URBANÍSTICAS DE CUBAS DE LA SAGRA.....	123
10. ANEXOS.....	127
10.1. PLANOS.....	128
10.2. REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA DE LAS SOLDADURAS	129
10.3. TABLAS Y RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL CON CYPE 2008.	131
10.3.1. GEOMETRÍA	131
10.3.2. CARGAS.....	135
10.3.3. TENSIONES.....	141
10.3.4. FLECHAS.....	144
10.3.5. PLACAS DE ANCLAJE	146
10.4. TABLAS DESGLOSE DE PRESUPUESTO.	147
10.4.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	147
10.4.2. SANEAMIENTOS.....	147
10.4.3. CIMENTACIONES Y SOLERAS.	148
10.4.4. ESTRUCTURAS.....	149
10.4.5. CERRAMIENTOS, ALBAÑILERÍA, FFB Y FFV.	149
10.4.6. SOLADOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS DE TECHOS.....	150

10.4.7. PARTICIONES DE MADERA.....	150
10.4.8. CERRAJERÍA, DEFENSAS, CARPINTERÍA METÁLICA Y PPA.....	150
10.4.9. VENTILACIÓN.....	151
10.4.10. PINTURAS.....	151
10.4.11. ELECTRICIDAD.....	151
10.4.12. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.	153
10.4.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	154
10.4.14. FONTANERÍA.....	154



Universidad
Carlos III de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

El motivo de la elección del presente tema para el Proyecto Fin de Carrera es muy variado. Por un lado permite utilizar de forma amplia e imaginativa los conocimientos técnicos aprendidos a lo largo de la carrera. La mayoría de asignaturas aportan unos conocimientos técnicos “básicos”, pero con este tipo de proyectos se puede ahondar en ciertas materias como el cálculo estructural o la proyección de instalaciones.

Las naves industriales son una solución muy común para fábricas, almacenes y cada vez con más frecuencia para uso comercial, ya que permite disponer de grandes espacios diáfanos.



Imagen 1.1. Nave almacén



Imagen 1.2. Nave diáfana

Actualmente la variedad de tipos de naves industriales es enorme, desde las naves de hormigón prefabricado hasta las naves metálicas, pasando por naves mixtas dependiendo de las necesidades. También hay que tener en cuenta que dentro de un mismo tipo de nave la forma de la misma también puede variar mucho desde cerchas en celosía hasta pórticos de inercia variable por ejemplo.



Imagen 1.3. Nave hormigón prefabricado



Imagen 1.4. Nave mixta

Cualquier tipo de actividad industrial ha de comenzar con una idea de negocio, unos objetivos, unos planes estratégicos, de financiación, etc. Sin embargo, una de las bases sobre las que se desarrollará dicha actividad será el lugar físico, donde el equipo técnico se ubica y sobre todo, donde el equipo humano involucrado en dicha actividad deberá pasar incontables

horas desarrollando adecuadamente su trabajo. Aquí radica la importancia de diseñar correctamente una nave y para ello es necesario conocer y adaptarse a las necesidades del negocio en cuestión. Dado el carácter único de cada negocio se hace necesario el diseño único de la nave y de sus instalaciones.

En este caso en particular la necesidad es construir una nave industrial en Cubas de La Sagra (Madrid), dedicada a la exposición y venta de mobiliario. Se requieren entre 1200-1500m², principalmente con espacios diáfanos para montar la exposición de muebles y una cuidada imagen comercial. De aquí parte la necesidad de que la estructura sea vista y de tipo cercha y fachada acristalada.

También aparece la necesidad de cumplir con una serie de requisitos asociados, como son la eficiencia energética, las instalaciones necesarias para dotar de todos los servicios necesarios a la nave y la normativa específica del municipio.

En el cálculo estructural se tiene en cuenta toda la normativa vigente a nivel nacional (Código Técnico de la Edificación) así como la normativa municipal. El cumplimiento de esta normativa impone una serie de limitaciones que hay que salvar con el buen diseño. El diseño de las instalaciones también se realiza teniendo muy presente la normativa vigente en cada caso.

La herramienta de cálculo estructural empleada será un software específico de cálculo estructural, CYPE Ingenieros. Con dicha herramienta se pueden obtener resultados satisfactorios con multitud de soluciones, la única limitación es la imaginación. Para el cálculo de las cargas térmicas se realizará una hoja de cálculo en Excel cumpliendo con el Documento Básico de Ahorro Energético incluido en el CTE.

Por último, hay una motivación personal para la elección de este proyecto y es conseguir una visión global de los proyectos que generalmente no se consigue con las asignaturas cursadas, ya que son de un tema específico. Además se consigue mejorar los conocimientos sobre construcción, pudiendo ver detalles constructivos y soluciones específicas.

Tras este repaso por los diferentes puntos que motivan el proyecto, es lógico pensar que el cálculo y diseño de una nave industrial no es una tarea fácil y repetitiva, sino que requiere una serie de conocimientos importante.

1.2. OBJETIVOS

El objeto del presente proyecto es llevar a cabo el diseño, cálculo y optimización de la estructura de una nave para uso industrial-comercial mediante el software comercial CYPE Ingenieros, según la normativa vigente CTE y el diseño de las instalaciones necesarias para llevar a cabo la actividad.

Entre los motivos por los cuáles se ha seleccionado dicha aplicación informática, es porque se trata de uno de los programas comerciales más extendido y empleado por las empresas que se dedican al cálculo de estructuras. Además de ser muy potente e intuitivo

Los objetivos técnicos perseguidos en este proyecto son:

- Optimización del espacio de acuerdo al modelo de negocio propuesto
- Posibilidad y facilidad real de construcción y montaje
- Optimización del peso de la estructura, que derivará en una optimización económica
- Adaptación a las necesidades reales de la actividad que se desarrollará en su interior con

un correcto diseño de cada estancia y de las instalaciones.

También se persiguen una serie de objetivos de mercado:

- Ajustarse a una imagen comercial requerida por el negocio.
- Reducción de costes de climatización gracias a energías renovables y materiales aislantes.
- Evaluación de materiales alternativos en la construcción.
- Que el proyecto en conjunto sea “novedoso”, para poder optar a la financiación de los

prestamos ICO.

Como consecuencia de los objetivos anteriores, se consigue el aprendizaje de:

- Diseño de una estructura industrial
- Elección adecuada y cálculo de una cubierta metálica
- Cálculo y comprensión del comportamiento de determinados elementos de hormigón como son zapatas de cimentación y las vigas de atado
- Manejo de la herramienta informática CYPE Ingenieros y concretamente de sus principales módulos como son: Generador de Pórticos, Nuevo Metal 3D y CypeCad
- Proyección de instalaciones en general.
- Cálculo y proyección de la instalación eléctrica
- Calculo de cargas térmicas y selección del sistema de climatización más adecuado

1.3. RESUMEN

El presente proyecto está estructurado por capítulos (Ver índice). A continuación se repasan dichos capítulos y se explica brevemente su contenido.

1.- Introducción, en la cual se incluye la motivación del proyecto, los objetivos del mismo y este resumen explicativo.

2.- Requisitos, aquí se describen los requisitos necesarios en la construcción de la nave desde normativa técnica hasta restricciones municipales. También se incluye requisitos asociados al terreno.

3.- Diseño, en él se detalla cómo ha sido el proceso de diseño en general y en particular el diseño de la nave, los cerramientos y la tabiquería y todas las instalaciones.

4.- Cálculo estructural, donde se describen las cargas aplicadas, la resolución y las comprobaciones necesarias de cada elemento realizadas con CYPE. También se hace un análisis crítico de resultados.

5.- Instalaciones, se hace la descripción y cálculo de las instalaciones de electricidad, saneamiento, fontanería y climatización.

6.- Presupuesto, en este capítulo se detallan todas las partidas necesarias para la construcción completa de la nave.

7.- Documentos de soporte, consistente en estudio de seguridad y salud principalmente. Aquí se detalla cómo se deben acometer las obra por parte del constructor para minimizar riesgos y garantizar las correctas actuaciones.

8.- Conclusiones y trabajos futuros, donde se explica lo más relevante del proyecto una vez realizado y una serie de posibles mejoras.

9.- Bibliografía, donde se detallan las referencias consultadas.

10.- Anexos, donde se incluyen los planos completos para la construcción de la nave, referencias explicativas y el desglose completo de los resultados del cálculo estructural hecho con CYPE y el desglose de cada partida del presupuesto.



Universidad
Carlos III de Madrid

2. REQUISITOS

En este capítulo primero se repasan las características y necesidades que presenta la nave debido al futuro trabajo que se llevará a cabo en su interior. Se describe su ubicación, el tamaño previsto de la nave y de las diferentes estancias, las instalaciones con las que contará y una recreación de cómo se pretende que sea la estructura

Seguidamente se hace un repaso por toda la normativa que aplica en este proyecto, explicando en qué consiste esa normativa y justificando su aplicación.

Debido a la ubicación del proyecto se distingue entre 3 clases de normativa diferente, una general de carácter nacional y es en la que se basa el cálculo principalmente, una específica de la comunidad de Madrid (a destacar que principalmente hace más estricta las normas generales de medioambiente y seguridad contra incendios) y por último la Norma subsidiaria de Cubas de la Sagra, en la cual tenemos restricciones técnicas de edificabilidad, retranqueos o altura máxima entre otras. Estas últimas son las más limitantes.

2.1. REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

El diseño y los cálculos realizados en este proyecto están de acuerdo con la normativa y ordenanzas vigentes, y se adjunta a ellos todos los documentos y planos necesarios.

La nave se localiza en una parcela de 2832.06 m² en la Calle Vial-1 perteneciente al Polígono Industrial de las Arroyadas dentro del término municipal Cubas de la Sagra, provincia de Madrid. La parcela está dotada de todos los servicios esenciales: agua, red de saneamiento, energía eléctrica, teléfono, etc. El solar está explanado de acuerdo con las cotas consignadas en los planos, quedando, por tanto, la edificación en una zona al nivel de la calle Vial-4. La parcela tiene rápido acceso a la A-42 y a la AP-41, puesto que está situada a la entrada del polígono, con lo cual la buena comunicación está asegurada, detalle que es importante a la hora de elegir el emplazamiento de la nave industrial.

Se trata de una nave de estructura metálica vista, de tipo cercha a dos aguas no simétrica y con la fachada principal acristalada para mejorar la imagen comercial.

La nave tiene unas dimensiones de 54 x 26m. Consta de 10 pórticos de 26 m de longitud, con una separación entre pórticos de 6m. La altura máxima a cornisa es de 8,00m mientras que la altura total es de 12m. Los retranqueos son entre 5,5 y 11,5m dependiendo del lado de la parcela en el que nos encontremos.

Las superficies necesarias van a depender del uso que vaya a recibir la nave industrial, por ello las particiones se han realizado de tal forma que se pueda variar la distribución. Debido a que nos encontramos con un falso suelo no sería difícil variar parte de las instalaciones si se desea variar la distribución. Siendo las superficies utilizadas:

Estancia	Superficie útil (m ²)
Recepción	94,6
Vestuarios	12,1
Sala de maquinas	13,37
Baño 1	12,67
Baño 2	12,67
Zona de comerciales	101,60
Zona de exposición	1027,00

Comedor	42,00
Oficina 1	43,75
Oficina 2	41,65
TOTAL ÚTILES	1388,04
Total nave	1404

Tabla 1.1. Resumen de mediciones

INSTALACIONES:

- Instalación de fontanería y saneamiento.
- Instalación de climatización.
- Instalación eléctrica. Potencia necesaria $\approx 50\text{KW}$
- Instalación contra incendios.
- Instalación de saneamiento.

CÁLCULO DE ESTRUCTURAS:

Los cálculos de la estructura vienen reflejados en apartado de cálculo de estructuras, estos cálculos se realizaron con el programa CYPE Ingenieros 2008.

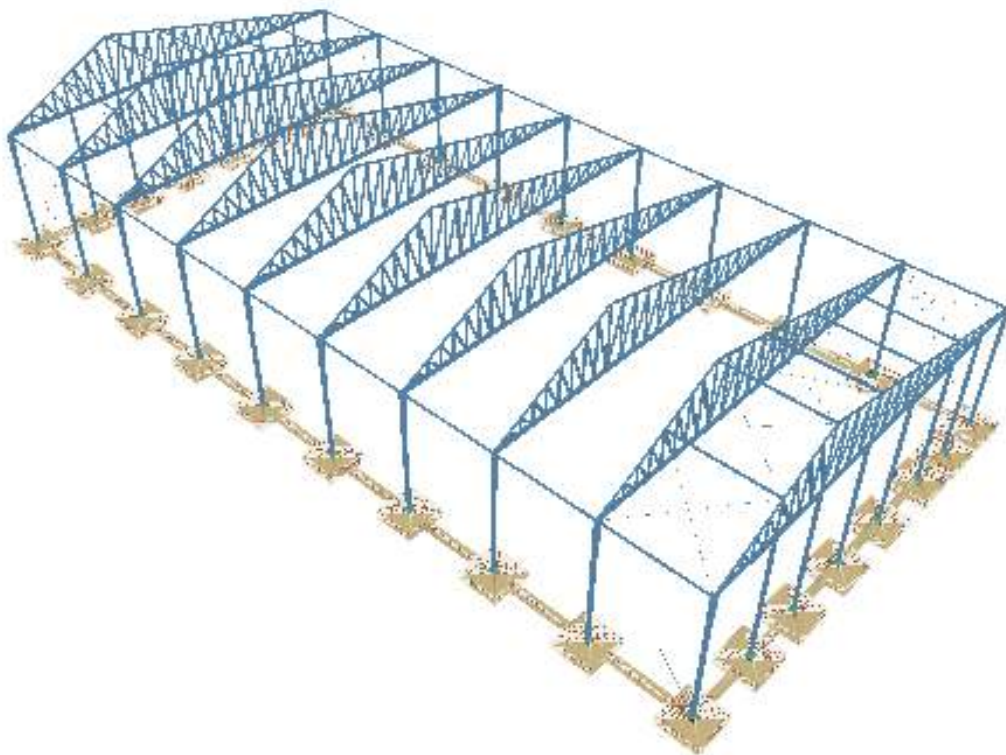


Imagen 2.1. Estructura completa con cimentación



2.2. REQUISITOS NORMATIVOS GENERALES

Código Técnico de la Edificación: Al tratarse de una nueva construcción en el territorio español, la legislación vigente exige el cumplimiento del CTE en todos sus puntos, siendo algunos de estos puntos obligaciones y otros, directrices orientativas hacia un buen diseño y aprovechamiento de recursos. [1]

Seguridad Estructural General: Debido a la naturaleza del proyecto se hace necesario estudiar la estructura en todas sus partes de forma general, ya que se cuenta con elementos de hormigón armado, acero y prefabricados entre otros. Además todos los diferentes elementos se encuentran interconectados de algún modo, por lo que es muy importante que trabajen correctamente en su conjunto. [2]

Seguridad Estructural. Acero: Al tratarse de un pórtico hecho de acero este requisito se hace indispensable. [3]

Acciones en la edificación: La edificación, por sus características constructivas se encuentra sometida a una serie de acciones, como pueden ser viento, nieve o peso propio. Para determinar las acciones que actuarán concretamente sobre la edificación se hace necesario este requisito. [4]

Cimientos: Los cimientos, son los elementos que soportan todas las acciones y por lo tanto se deben dimensionar según el terreno en el que se ubique y según las acciones que van a actuar. [5]

Fábricas: Al tratarse de una construcción industrial y aunque inicialmente el cometido de la nave será comercial, hay que prever que la construcción está ubicada en un polígono industrial y por lo tanto es un edificio susceptible de cambiar actividad empresarial. [6]

Ordenación de la edificación: El sector de la edificación es uno de los principales sectores económicos y tiene una gran repercusión en la sociedad. Este requisito tiene por objeto regular en sus aspectos esenciales el proceso de la edificación, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los agentes que intervienen en dicho proceso, así como las garantías necesarias para el adecuado desarrollo del mismo, con el fin de asegurar la calidad mediante el cumplimiento de los requisitos básicos de los edificios y la adecuada protección de los intereses de los usuarios. [7]

Certificación energética de edificios de nueva construcción: La normativa establece una serie de parámetros (temperatura, humedad relativa, etc.) a cumplir en las nuevas construcciones para garantizar el confort dentro de estas. Este objetivo de confort se consigue con requisitos de eficiencia energética (cargas térmicas)

También se establece que dependiendo del tipo de construcción y su posterior uso una parte de la energía consumida en la climatización debe ser de origen renovable.[8]

Aislamiento térmico: Este requisito se refiere a los materiales empleados para conseguir el aislamiento térmico mínimo exigido por la normativa. Los materiales deben estar libres de sustancias peligrosas para la salud y el entorno. [9]

Calefacción, climatización y agua caliente sanitaria: Toda la climatización del edificio y el agua caliente sanitaria debe ser estudiada y optimizada en busca de reducir el consumo energético. Además la normativa exige que parte del consumo energético sea de origen renovable. Esta hace que nos encontremos con múltiples posibilidades para cumplir este

requisito, haciendo muy interesantes la búsqueda de la mejor solución. En caso de que el foco frío de la instalación de climatización se consiga mediante torres húmedas de refrigeración se hace indispensable controles extra de seguridad para el control de la legionelosis [10]

Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano: Al tratarse de una construcción industrial destinada al comercio se hace necesario que las condiciones del agua que llega al edificio sean aptas para el consumo humano.[11]

Electricidad: La instalación eléctrica es una de las importantes en todas las construcciones. Hay establecidos según la normativa unos requisitos de seguridad y eficiencia. Algunos de obligado cumplimiento y otros directrices orientadas hacia la buena praxis del ingeniero. [12]

Protección contra incendios: Los requisitos de protección contra incendios se dividen en dos vertientes. La primera es una protección pasiva, estable distancias máximas de evacuación de la nave, necesidad de puertas antipánico, materiales de la construcción y su comportamiento y resistencia al fuego, acceso de bomberos, tomas de agua y riesgo de incendio de las instalaciones y equipos del interior. La segunda vertiente se encarga de las instalaciones de protección contra incendios, referido a los requisitos mínimos de la instalación, ya sean extintores necesarios, instalación de la línea seca y sistemas de apagado de incendios (ya sean mangueras, aspersores, detectores, etc.). [13]

Cubiertas: Las cubiertas son una parte importante de la edificación. En esta construcción serán prefabricadas. Deben ser libres de amianto y además cumplir con unos requisitos de rigidez y respuesta a esfuerzos, ya que estarán expuestas a cargas de viento y nieve y deben trabajar correctamente junto a la estructura. [14]

Aislamiento acústico: Este requisito es tanto para el confort interior, limitando los ruidos procedentes del exterior, como para cumplir con el límite de emisión de ruido al exterior. Debido a la ubicación de la construcción los principales ruidos que habrá en la zona serán industrias/comercios cercanos y los vehículos que circulen por las calles cercanas. [15]

Seguridad y salud en las obras de construcción: Este requisito establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud que debe haber en la construcción. Este requisito está principalmente orientado a la seguridad de los trabajadores, pero también hacia la seguridad de los viandantes u otros trabajadores de los alrededores. También se encarga de la regulación de la subcontratación en el sector de la construcción y la prevención de los riesgos laborales asociados. Un punto a destacar es la señalización necesaria a utilizar en la obra, así como la manipulación de cargas y la utilización de equipos de protección personal (EPI). [16]

Seguridad de utilización: El objetivo del presente requisito consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Algunos requisitos particulares son, la seguridad frente al riesgo de caídas para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad, seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada tanto interior como exterior, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención. [17]

Barreras arquitectónicas: Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad. El requisito establece unas medidas mínimas sobre accesibilidad en los edificios. En este caso particular no es necesario realizar rampas de acceso, ya que la construcción no está elevada sobre el nivel de la calle y no hay escalones que salvar. [18]

Instrucciones y pliegos de recepción: Son requisitos que establecen las prescripciones técnicas que han de reunir los materiales para su recepción en las obras de construcción, estableciendo además los métodos de ensayo necesarios para determinar las características de los materiales. Hay que mencionar que se debe prestar especial atención a la recepción del cemento. [19]

Medio ambiente: Estos requisitos limitan actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas. También exige unos niveles de calidad del aire y protección de la atmósfera. El último requisito medioambiental es la regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. [20]

2.3. REQUISITOS NORMATIVOS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Medidas para la calidad de la edificación: Este requisito se establece para garantizar la calidad de la construcción a través de unos requisitos más restrictivos que los indicados en el Código Técnico de la Edificación. [21]

Libro del Edificio: Este requisito establece la necesidad de llevar un seguimiento y registro de las obras de construcción en un libro y la necesidad de mantenerlo y poder recurrir a él en cualquier momento, además de actualizarlo en caso de reformas en el edificio terminado. [22]

Documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua: Este requisito establece condiciones especiales para la instalación de suministro de agua, tanto técnicas como documentales. [23]

Promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas: La comunidad de Madrid establece requisitos más estrictos respecto a las barreras arquitectónicas, en busca de garantizar la igualdad de acceso a todas las personas. [24]

Evaluación ambiental: Este requisito hace necesaria la aprobación de impacto medioambiental de las actividades a desarrollar. También establece limitaciones de emisiones de gases a la atmosfera, generación de residuos y vertidos de aguas de residuales. [25]

Requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción: Este requisito establece los criterios de uso montaje y mantenimiento de andamios tubulares, con el objetivo de garantizar la seguridad. [26]

2.4. CONDICIONES A CUMPLIR POR LA NORMA SUBSIDIARIA DE CUBAS DE LA SAGRA

En el CAPITULO 10.9 de la Norma Urbanística de Cubas de la Sagra, titulado “ZONA 8 (18) POLIGONO INDUSTRIAL LAS ARROYADAS” se encuentran una serie de condiciones a cumplir por orden del ayuntamiento del municipio. Anexo [XX].

A continuación se hace un resumen de las que se aplican sobre esta construcción en cuestión.

SECCION 1 GENERALIDADES

GRADOS: Esta es una clasificación que establece la norma para la posterior regulación del la actividad. La nave es Grado 3º **Nave exenta**. Corresponde a instalaciones sobre parcela de tamaño medio/grande capaces de alojar edificaciones exentas.

OBRAS PERMITIDAS: Se permiten todo tipo de obras.

SECCION 2 CONDICIONES DE LA PARCELA

TAMAÑO DE PARCELA: Al tratarse de una parcela grado 3º, el tamaño de la parcela debe estar comprendido entre 1000 y 35000 m². Se cumple perfectamente ya que la parcela tiene 2832,06m²

FRENTE MINIMO DE PARCELA: Para cada grado se establece un frente mínimo. Para el grado 3º es de 25m, cumpliendo de sobra ya que el frente de la parcela en cuestión es de más de 60m

SECCION 3 CONDICIONES DE POSICIÓN Y VOLUMEN

ALINEACIONES Y RASANTES: Las alineaciones de la edificación serán libres dentro de la parcela. De todas formas la nave está al mismo nivel que la vía exterior, para facilitar la accesibilidad.

RETRANQUEOS: Los retranqueos mínimos se establecen según el grado. Para grado 3º el retranqueo mínimo en el frente es de 8m y en el resto de 5m. La ubicación de la nave en la parcela cumple estos requisitos con alrededor de 11m en el frente y 5,5 m en el resto.

OCUPACION MAXIMA DE PARCELA: La ocupación máxima de parcela en obra de nueva planta se establece según el grado. Para el grado 3º es del 60%. Siendo la parcela de 2832.06m² y la nave de 1404m², la ocupación es de 49.57%, cumpliendo con el requisito.

SUPERFICIE MAXIMA CONSTRUIBLE: La edificabilidad máxima sobre parcela depende del grado. Para grado 3º se establece en 60m²/m². Al tratarse de una nave con una única planta coincide con la ocupación de la nave, 49.57 m²/m².

ALTURA MAXIMA DE LA EDIFICACION: La altura máxima de la edificación se limita según el grado. En este caso la altura máxima es de 12m. El diseño de la nave se ha hecho de acuerdo a esta limitación.

ALTURA LIBRE DE PLANTAS: Se establece una altura libre mínima de la edificación dependiendo de la estancia a la que se refiera. En el caso de esta nave no hay problemas con las alturas mínimas.

SECCION 4 CONDICIONES ESTETICAS PARTICULARES

CONDICIONES ESTETICAS: Este requerimiento establece que la nave debe presentar calidades de obra terminada, definirse la ordenación de la parcela en lo que respecta los accesos, zonas de carga, jardines, etc. Por último también incluye el arbolado mínimo de la parcela. Estos requerimientos se cumplen y serán llevados a cabo al finalizar las obras.

CONDICIONES DE LOS CERRAMIENTOS: Se establece un requerimiento para el vallado de la parcela. No se puede sobrepasar la altura de 2,5 m y como máximo 1,5 m pueden ser de ladrillo o bloque, lo demás debe ser de reja. El diseño del cerramiento exterior contempla estas restricciones.

2.5 TERRENO

A continuación se describe el tipo de suelo y como debe realizarse el reconocimiento del terreno.

2.5.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para el cálculo de la cimentación se ha considerado un terreno de tipo grava y arena silíceas y se adopta una tensión de cálculo para la cimentación de 2,5Kg/cm². Esta elección se basa en un estudio realizado en la parcela contigua, en el cual se observó un suelo formado por grava y arena silíceas y una tensión para el cálculo de la cimentación de 3.2Kg/cm² a 0.4m de profundidad

2.5.2. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Para la elección de la presión admisible definitiva en el terreno, se procederá a un reconociendo de éste. Los criterios que suelen seguirse son los que a continuación se indican.

Estudio de las observaciones e informaciones locales, así como del comportamiento de las cimentaciones de edificios próximos.

Realización de perforaciones o calicatas con profundidad suficiente para llegar a todas las capas que puedan influir en los asentamientos de la obra, y en número necesario para juzgar la naturaleza de todo el terreno afectado por la edificación.

La profundidad de las perforaciones no será inferior a las siguientes:

- Cimentaciones discontinuas. Tres veces el ancho mínimo de las zapatas, con un mínimo de 5m.
- Cimentaciones continuas. Vez y medio el ancho de la placa de cimentación.

Estas profundidades se aumentarán prudencialmente en caso de terrenos de mala calidad, en el que se presume que puedan existir a profundidad que afecte a la obra, y en el de terrenos de estructura irregular.

Si con los estudios y observaciones de los apartados anteriores u otros adecuados no pudiera fijarse de manera clara la presión admisible para el terreno, se procederá a la realización de los ensayos precisos, que deben ser programados, ejecutados e interpretados por personal especializado.

El cálculo de los empujes se realizará utilizando los métodos de la Mecánica del Suelo.

Las características de cada terreno se determinan experimentalmente. Cuando se juzgue necesario se realizarán los ensayos precisos, que deben ser programados, ejecutados e interpretados por personal especializado que domine las técnicas correspondientes.

En terrenos coherentes debe procederse con gran prudencia al fijar el valor de la cohesión, ya que varía con el grado de humedad del terreno, disminuyendo rápidamente cuando este pasa de un cierto límite, así como a causa de posibles acciones perturbadoras de los de los agentes climatológicos. Si no se efectúa determinación directa de las características del terreno se supondrá cohesión nula en todo caso.



Universidad
Carlos III de Madrid

3. DISEÑO

Este capítulo es uno de los más importantes. Se describen todas las pautas para el diseño de la nave, los cerramientos y las instalaciones. También se justifica el diseño escogido en cada caso.

En esta parte todavía no se ha dimensionado la estructura, aunque si se define su forma y se establece la gama de perfiles que se usará. Se incluyen las correas ya definidas en tamaño y forma, ya que son un elemento de transmisión de esfuerzos generados por el cerramiento y no se contempla la rigidez que aportan a la estructura.

Respecto a los cerramientos se diseña con el objetivo de máxima eficiencia energética posible que cumpla con los requisitos estéticos. En este punto se dejan seleccionados los tipos de cerramientos. Esto es necesario para poder incluir correctamente los pesos en el cálculo.

Por último el diseño de las instalaciones describe los elementos que las constituirán y establece los criterios que cumplirá la instalación para su correcto uso posterior.

3.1 NAVE

Los datos de partida para el diseño son las dimensiones finales de la nave, la ubicación y el posterior uso que se hará de la construcción

En este capítulo se estudian las partes más relevantes de la nave, se hace un repaso de las opciones disponibles a la hora de elegir el diseño y se justifica la elección de cada opción. Las partes en las que se ha prestado más atención han sido el pórtico, la cubierta, la cimentación, los cerramientos y las instalaciones. La elección de la mejor opción para cada uno de ellos se basa en criterios técnicos y comerciales.

3.1.1. SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA

A la hora de elegir la solución estructural de la obra, en lo que se refiere a la estructura portante, se han planteado los siguientes parámetros: finalidad de la obra, función estática, cualidades estéticas y condiciones económicas. La combinación de estos factores ha llevado a determinar el material, el tipo de estructura, su forma y dimensiones y el proceso de ejecución. La solución constructiva es una combinación de todos ellos.

3.1.2. PORTICOS

Los pórticos o formas de cubierta transmitirán a los soportes en que van apoyadas, en nuestro caso zapatas, a través de placas de anclaje las cargas que proceden de la techumbre, reciben por intermedio de las correas. La separación entre pórticos es de 6 m, como se indica en el plano F-P3-1 del anexo 10.1.

Al diseñar la nave se han tenido en cuenta las siguientes opciones de pórticos que se utilizan más comúnmente. Cada uno tiene unas características particulares y se han tenido en cuenta múltiples factores a la hora de elegir una solución. Solo se han tenido en cuenta soluciones de tipo pórtico porque el vano a salvar es bastante grande (26m) y con otras soluciones no se consigue un espacio diáfano tan grande con un consumo más o menos óptimo de recursos.

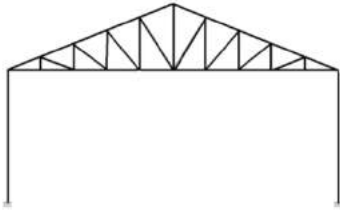


Imagen 3.1. Cercha Americana

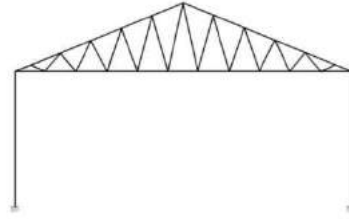


Imagen 3.2. Cercha Belga

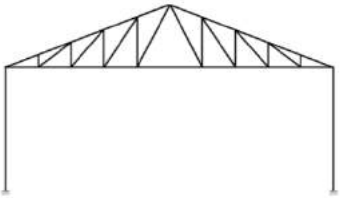


Imagen 3.3. Cercha Inglesa

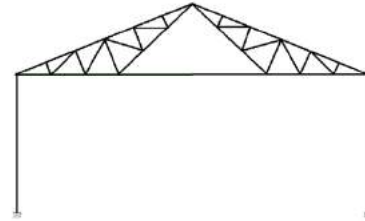


Imagen 3.4. Polonceu Recta

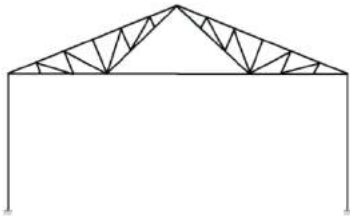


Imagen 3.5. Polonceu Recta Invertida

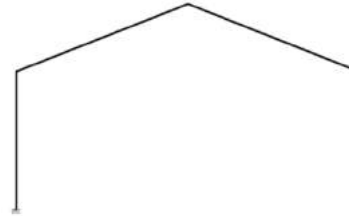


Imagen 3.6. Pórtico rígido

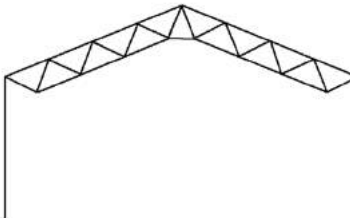


Imagen 3.7. Viga en Celosía



Imagen 3.8. Pórtico de Inercia Variable

El pórtico elegido es el tipo **cercha americana**. A continuación se explica cómo se ha tomado esta decisión. Los polonceus son soluciones muy útiles para naves completamente simétricas, en nuestro caso al tratarse de una nave no simétrica, los polonceus no son una solución válida. Además en la búsqueda de una estética particular, recordemos que la estructura quedara vista y será parte fundamental de la estética comercial, se desestimaron los pórticos rígidos, de viga en celosía y de inercia variable. Finalmente se contaba con las 3 primeras opciones, cercha americana, belga e inglesa. Se simularon con CYPE las 3 opciones, obteniendo resultados muy similares (tanto en el material a consumir, como en los desplazamientos obtenidos con el material optimizado). Por lo que el factor determinante para elegir la cercha americana fue su facilidad de ejecución en obra. Prácticamente todos las piezas de este tipo de cercha son perpendiculares entre sí, lo que facilita su construcción (corte de piezas y posterior montaje y soldadura de las mismas). Todos los detalles del pórtico

se encuentran en los planos F-P3-1, F-P3-2 y F-P3-3 del anexo 10.1.

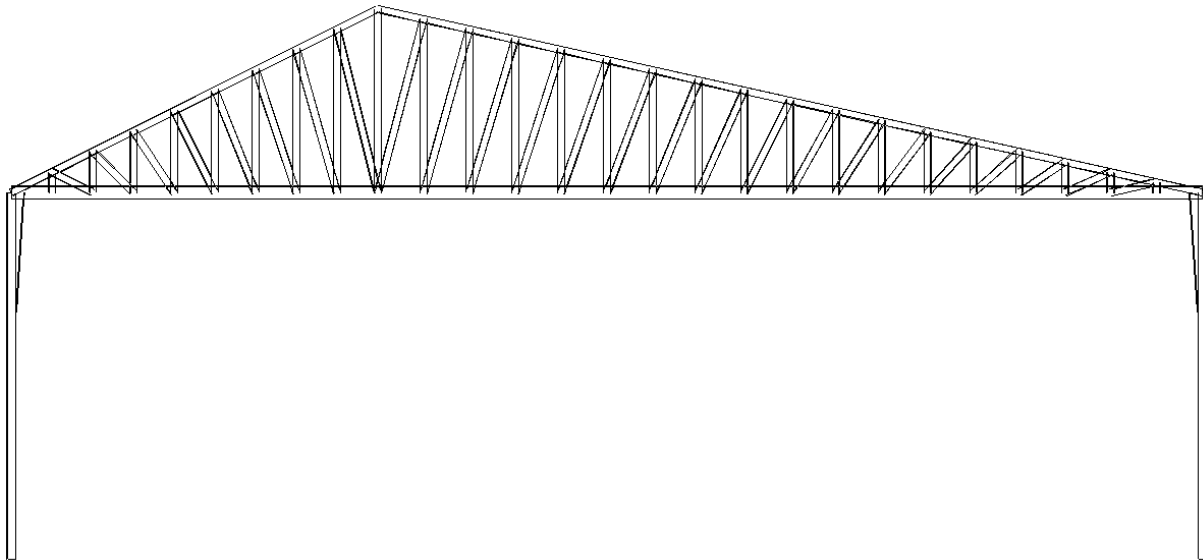


Imagen 3.9. Pórtico tipo de la nave

Los perfiles a utilizar serán HEB acartelados en su parte superior para los pilares, IPN de igual tamaño en el interior de la cercha y un perfil único de tipo IPN de la dimensión requerida en el exterior de la cercha.

3.1.2.1. ARRIOSTRAMIENTOS DE LOS PORTICOS

Las estructuras de nudos articulados solo son capaces de absorber las fuerzas verticales. En realidad, las uniones articuladas pueden resistir pequeños momentos, pero no son capaces de asegurar la estabilidad de la nave.

Por consiguiente, es necesario establecer algunos elementos de arriostramiento y contraviento que aseguren la estabilidad y resistencia a los empujes horizontales de viento y frenado.

En el caso de esta estructura la mayoría de nudos son rígidos y en la construcción se debe garantizar que así funcionen. Sin embargo se han dispuesto unas vigas de atado de pórticos en el encuentro de la cercha y el pilar para garantizar la seguridad estructural ante los esfuerzos horizontales. Estas vigas de atado son de perfil tipo IPE y funcionan como un elemento articulado para no transmitir momentos de un pórtico a otro

También se han dispuesto una serie de Cruces de San Andrés con tirantes uniendo el primer y segundo pórtico y otras uniendo el último y el penúltimo. De esta forma se mejora el comportamiento de la estructura ante los esfuerzos que ocasiona el viento en las paredes hastiales.

3.1.2.2. MATERIALES DE LOS PORTICOS

El principal material será el acero. Habiendo considerado como aspectos positivos:

1. Corto período de construcción, con rápida utilización y mínimos costes de capital.
2. Reducción de las dimensiones de la estructura portante.
3. Luces mayores entre pilares, lo que permitirá una entrada ágil y cómoda de camiones en la nave.

4. El peso de la nave no será muy alto ya que el hecho de optar por la utilización de cerchas hace la estructura más ligera.
5. Alta resistencia y ductilidad.
6. Fabricación en taller de algunos elementos. Lo cual facilita y acelera el montaje de estos en obra.
7. Integración racional de los servicios (instalaciones) en la estructura metálica.
8. Flexibilidad y adaptabilidad.
9. Facilidad para cambios futuros.
10. Fácil desmontaje y reutilización de la estructura metálica.
11. Valor residual del material metálico.
12. Mínima perturbación para otras actividades

Para la estructura metálica, el material utilizado será acero laminados y conformados al carbono del tipo:

Tipo acero	Acero	Lím. elástico MPa	Módulo de elasticidad GPa
Aceros Conformados	S235	235	206
Aceros Laminados	S275	275	206

Tabla 3.1. Propiedades del acero de los perfiles

Coefficiente de Poisson: $\mu = 0.3$

Este acero se sirve con garantía de las características exigidas en CTE y pueden realizarse ensayos de recepción.

Dentro del tipo de acero elegido, para estructura soldada, se elige siempre un material de aportación de iguales o mejores características mecánicas

3.1.3. CUBIERTA

3.1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA

La cubierta de la nave presentará una inclinación de $26,5^\circ$ sobre la horizontal en el lado corto y $12,5^\circ$ en el largo y una longitud de 54m. Está sustentada por 10 pórticos, a una separación entre pórticos de 6 m

3.1.3.2. CORREAS DE CUBIERTA Y LATERALES

Las correas son los elementos sobre los que, directa o indirectamente, apoya la techumbre. También tienen función de atado de los pórticos. Las correas transmiten los esfuerzos a los demás elementos de la nave, y por lo tanto las siguientes acciones: el peso propio del material de la cubierta, la acción del viento y por último la carga de nieve.

Los valores de estas acciones son:

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal Kg/m	Peso superficial KN/m ²

Correas de cubierta	29	155.60	0.06
Correas laterales	18	149.78	0.06

Tabla 3.2. Medición de Correas

Como la separación entre pórticos es aproximadamente de 6 m, se considerarán las correas de cubierta constituidas por perfiles ZF-140x2.5. En las correas se supondrá que se reciben acciones transmitidas por la techumbre bajo una forma de carga uniformemente repartida.

La correa se dispondrá horizontalmente a la cubierta y se sitúan justo en el encuentro de la diagonal y el portante de la cercha.

Las correas laterales serán perfiles IPN 100 de acero S275 que irán soldadas a las columnas, garantizando su resistencia. Estas correas se colocarán con una separación de 1m y trabajaran como viga continua.

3.1.3.3. PERFIL DE LAS CORREAS

Las correas estarán constituidas por vigas continuas. Su montaje, sin tener complicación en cuanto a articulaciones, exige un especial cuidado para que los apoyos de las correas queden todos a la misma altura.

Se utilizarán perfiles ZF e IPN que cumplan las condiciones de tensión admisible y de flecha máxima. El perfil ZF ha sido elegido porque a igualdad de material, ofrece condiciones mecánicas similares a otras opciones y facilita mucho el montaje de los paneles de cubierta.

Especial cuidado en la colocación requiere también las correas laterales debido a que el cerramiento debe ir apoyado sobre estas.

3.1.3.4. ASIENTO DE CORREAS

El asiento de correas se realizará de modo que el lado más ancho del perfil ZF quede apoyado y soldado sobre la cercha.

Las correas laterales irán soldadas, siendo fácil su ejecución entre las caras planas.

3.1.3.5. JUNTAS DE CORREAS

Las juntas en las correas continuas se realizarán mediante soldadura. Deben unirse en las secciones en las que los momentos flectores tengan un valor mínimo. Desde este punto de vista, las uniones deberán efectuarse a una distancia de 1m de los apoyos en los pórticos, pues en las vigas continuas sometidas a carga uniformemente repartida, se produce un momento flector de escaso valor en dicha sección.

3.1.3.6. ACCESORIOS DE FIJACIÓN DE COBERTURA

Serán ganchos de acero, según lo especificado en la normativa. Irán protegidos a corrosión mediante proceso de galvanizado con una resistencia a tres inmersiones en sulfato de cobre, según UNE 7.183. El gancho vendrá equipado con tuerca de cabeza cuadrada y arandela doble de plomo-acero, para fijación a correas metálicas.

3.1.3.7 DESCRIPCIÓN DE LA COBERTURA

La cubierta de la nave será del tipo a dos aguas, la luz de ésta es de 26m y el canto de 54m aproximadamente. La cubierta posee una inclinación sobre la horizontal de 26,5° en su lado corto y de 12,5° en su lado largo, según el CTE DB-HS la pendiente mínima de chapa galvanizada de grecado medio es del 8% (aproximadamente 4,5°) suficiente para la evacuación del agua de lluvia en la cubierta, la cual será recogida por un canalón.

En la elección del tipo de cubierta se ha tenido en cuenta que se trata de una nave donde trabajaran personas y debe de tener una presencia comercial armoniosa, ya que al tener las oficinas y puestos comerciales dentro recibirán visitas y será un lugar de trabajo habitual. Por ambos motivos, estéticos y prácticos, se ha elegido chapa galvanizada con aislamiento térmico, del tipo panel nervado.

3.1.3.7. MATERIAL DE COBERTURA

El tipo de cerramiento que se ha elegido para la cubierta de la nave a dos aguas es panel nervado de chapa galvanizada, algunas ventajas son economía en tiempo y dinero, absolutamente recuperable (tornillos ocultos), estanqueidad, estética y diseño.

El panel nervado se compone de las caras interior y exterior, constituidas por chapa de 0,5 mm de espesor, de acero galvanizado por inmersión en baño de zinc, según Norma UNE-36130-A-275, y un aislamiento de espuma de poliuretano rígido (densidad aproximada 42 Kg/m³). Estas espumas cumplen la normativa internacional sobre medio ambiente.

Los paneles que emplearemos en ambas vertientes serán paneles Perfrisa. La casa nos asegura el cumplimiento de la normativa. Para proteger el solapo de los paneles usamos un tapajuntas galvanizado de 0,7 mm de espesor y de características similares a la de los paneles.

3.1.3.8. CARACTERÍSTICAS

El panel elegido presenta las siguientes características:

1. Coeficiente de transmisión térmica $k = 0,36 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
2. Espesor del aislamiento $e = 50\text{mm}$
3. Peso propio $P = 12,5 \text{ Kg/m}^2$.
5. Embalaje de 18 paneles/paquete.
6. Clasificación M1 por su comportamiento frente al fuego.
7. Carga de rotura mayor que 160 Kg.

3.1.3.9. TAMAÑO

El tamaño elegido dentro de la gama que se presenta será 7,3 x 2,76 m, obtenida dicha anchura por haber una separación entre correas de 1 m según catálogo de Aceralia, empresa suministradora de los paneles nervados.

Vamos a necesitar 75 paneles por lo tanto 5 paquetes de paneles opacos.

3.1.3.10. PRESTACIONES

Las prestaciones que tiene la placa elegida son:

1. Ahorro de energía.
2. Aumento del confort.
3. Mejora de la estética interior y exterior de la nave.

3.1.3.11. MONTAJE

Será según recomendaciones del fabricante, mediante uniones atornilladas a solape con tapajuntas.

La distancia máxima entre correas es de 1m

Deberán establecerse mínimo 3 apoyos por chapa.

Existirá un solapo longitudinal de 200 mm y atornillado transversalmente.

La longitud útil de cada chapa se obtendrá de los reales descontando los solapamientos longitudinal y transversal.

Complemento de estanquidad “T”

3.1.3.12. CANALONES

Según CTE DB HS 4.2, la sección S en cm^2 necesaria de canalón se determina en función de la superficie en m^2 que vierte a un mismo tramo de canalón y de la pendiente que pongamos en el mismo.

-Tenemos que desaguar una superficie - en planta - 432 m^2 y 972 m^2 .

-Pendiente del canalón de 3mm/m.

-Sección necesaria para canalón circular: 615 cm^2

-Dimensiones:

-Diámetro del canalón: 250mm

-Altura del canalón=30cm

-Diámetro del tubo de bajada de 20 cm.

El canalón será exterior. En la parte superior se colocará un caballete articulado colocado sobre las chapas de la última hilada o cumbrera solapándolas entre sí. El sentido de colocación será contrario a la dirección del viento. Se dispondrán dos accesorios de fijación por caballete. Ver detalle de canalón en el plano adjunto F-P3-4 del anexo 10.1.

3.1.4. CIMENTACIÓN

En el cálculo de la cimentación se ha utilizado el programa CYPE 2008. El cálculo de los cimientos se verifica por aproximaciones sucesivas, fijando las dimensiones y calculando el coeficiente de trabajo en el terreno. Se repite esta comprobación, con distintas dimensiones, hasta llegar a unas con las que dicho coeficiente sea admisible para el terreno que se trate. Esto que se puede realizar analíticamente para comprobar alguna cimentación en particular. En dicho programa se tomará como presión admisible del terreno $\sigma_{\text{adm}}=2,5 \text{ Kg/cm}^2$.

3.1.4.1. DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS

Además de las cargas conocidas que actúan sobre la columna que se apoya en el cimiento se considera el peso del mismo y el peso de la tierra que gravita sobre él.

3.1.4.2. COEFICIENTES DE TRABAJO DEL TERRENO

Los casos que pueden presentarse son los siguientes:

Caso 1: La carga V , actúa en el c.d.g. de la superficie de asiento del cimiento sobre el terreno. En esta nave se han elegido zapatas excéntricas para el cálculo pero todas funcionan con la carga en el c.d.g.

Caso2: La carga excéntrica actúa en el tercio central de la superficie de asiento del cimiento sobre el terreno, $e < l/6$. Los coeficientes de trabajo máximo y mínimo del terreno son:

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{V_t}{a \cdot l \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{l}\right)} \leq 1,25 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{mí}} = \frac{V_t}{a \cdot l \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot e}{l}\right)} > 0$$

Ecuación 3.1. Coeficiente de trabajo terreno máximo y mínimo

El terreno está comprimido en toda la superficie de asiento.

Caso 3: La carga excéntrica actúa fuera del tercio central de la superficie de asiento del cimiento, $e > l/6$.

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{V_t}{3 \cdot a \cdot d} \leq 1,25 \cdot \sigma_{\text{adm}}$$

Ecuación 3.2. Coeficiente de trabajo del terreno admisible

Siendo d la distancia al borde del cimiento. $D = l/2 - e$. Deberá ser mayor que $l/8$.

El terreno está comprimido en una longitud $3d$ y la superficie de asiento útil es por consiguiente $S_u = 3 \cdot d \cdot a$

3.1.4.3. ZANJAS Y POZOS

Las zanjas y pozos de cimentación tendrán las secciones fijadas por el Director de las obras y el Contratista las excavará de acuerdo a lo acordado. La cota de profundidad de estas excavaciones será prefijada por el Director en los planos o lo que este posteriormente ordene a la vista de la naturaleza y condiciones del terreno excavado.

3.1.4.4. ARMADURA DE HORMIGÓN

Todos los cimientos de los pilares tendrán base cuadrada de lado “ a ” y una altura “ h ”. Las zapatas serán de hormigón armado (la armadura se colocara en forma de parrillas en la parte superior e inferior) y se construirán unas vigas de atado, también armadas, entre zapatas. En función de los resultados del calculo de cimentación se intentara igualar todas las zapatas en dimensión para facilitar su construcción.

3.2 CERRAMIENTO Y TABIQUERÍA

3.2.1. CERRAMIENTO DE FACHADAS

Los cerramientos de las fachadas son todos exteriores.

En las fachadas longitudinales los cerramientos son de cristal. Estos cristales se colocaran apoyados sobre las correas laterales con unas piezas especiales y cuyos detalles constructivo se encuentran en los planos adjuntos F-P3-4 del anexo 10.1.

El cristal será 4-15-33,1; Vidrio de 4 mm, cámara de aire de 15 mm y vidrio de seguridad de 2 hojas de 3 mm cada una unidas con butiral.

El cerramiento se completa mediante la aplicación de silicona constructiva en las juntas, para el sellado de las mismas.

El cerramiento de los pórticos hastiales se realizara con un muro de bloques de hormigón que posteriormente será enfoscado y pintado.

Las puertas (una grande para la entrada de vehículos y otra más pequeña para el paso de personas) La posición de estas se indica en el plano F-P2-1 del anexo 10.1. mientras que los tamaños se indican en el plano CP del mismo anexo.

3.2.2. TABIQUERÍA

La única tabaquería de la nave será la de los vestuarios y la del comedor y para la fácil colocación del falso techo. Dichos tabiques son muros de bloques de hormigón prefabricados.

3.2.3. REVESTIMIENTOS

3.2.3.1. REVESTIMIENTOS DE TECHOS

Debido a la disposición de nuestra nave no se le va a poner ningún tipo de revestimiento de techos puesto que se desea que la cercha quede vista. Haciendo referencia a la parte del comedor y vestuarios, en estas zonas si se va a dotar de un falso techo para facilitar así las posibles instalaciones tanto de climatización como de iluminación, con objeto de en un futuro realizar posibles modificaciones en dichas instalaciones.

Por lo tanto la solución adoptada para estas zonas es:

En la coronación de los muros se colocan los perfiles necesarios para después colocar el falso techo.

Estos falsos techos son de una de las patentes homologadas existentes en el mercado.

3.2.3.2. REVESTIMIENTOS DE MUROS Y PAREDES

a) Alicatados: Alicatado de azulejos cerámicos, de 15x15 cm con mortero de cemento en los vestuarios.

b) Pinturas: Pintura plástica lisa sobre ladrillo, yeso y cemento de color blanco en el interior y color gris oscuro en el exterior para mantener la estética de la fachada. La única limitación/requisito es que el ladrillo sobre el cual se aplique dicha pintura sea poroso. Especialmente indicada para revestimiento de paredes interiores y exteriores.

3.2.3.3. REVESTIMIENTOS DE SUELOS

a) Suelos: Toda la planta (salvo vestuarios, ya indicados en el apartado anterior), se considera clima suave, por estar en Madrid, en un local seco y con cargas ligeras al tránsito, tomamos un pavimento con un falso suelo para poder pasar cableado e instalaciones. Este tipo de pavimento es ideal para suelos sometidos a cargas medias en interiores y exteriores, cuando se requiera un pavimento incombustible.

b) Soleras: Bajo el falso suelo, solera de hormigón. Indicada para locales con una sobrecarga estática máxima prevista de 5t/m^2 como en garajes, talleres de embalaje, fabricas de objetos plásticos o similares y locales con circulación de camionetas de hasta 2,5 toneladas por eje o de carretillas automotoras de ruedas metálicas o neumáticos.

3.2.3.4. REVESTIMIENTOS DE SUELOS EXTERIORES

Zona exterior, donde no esperamos agentes agresivos químicos y cargas de grado medio. Pavimento con baldosa de terrazo de 50x50cm y las zonas ajardinadas directamente el suelo de la parcela.

Las cargas a sustentar son inferiores a la resistencia del terreno y no se esperan humedades, y con los sumideros necesarios previstos para la evacuación de aguas de lluvia para su drenaje.

3.2.4. CARPINTERÍA

3.2.4.1. CARPINTERÍA METÁLICA

Para el ajuste de las puertas y para la colocación de los cristales del cerramiento será necesaria carpintería en acero para poder soldar.

Debido a que muchas de estas piezas estarán en el exterior será necesario dar una capa de minio y otra de pintura para mantener la estética en la fachada.

3.2.5. PARTICIONES

3.2.5.1. PARTICIONES DE MADERA

Puertas de paso abatibles. Incluyen pernos, herrajes y bisagras. Todas estas puertas son de dimensiones 2,10x1,00 m. Ver plano de carpintería CP del anexo 10.1.

3.3 INSTALACIONES

3.3.1. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

3.3.1.1. ESPECIFICACIONES

La instalación de agua deberá satisfacer las necesidades de la nave y de las oficinas. La acometida se realizará desde la red general de distribución pública. La red saneamiento debe ser capaz de evacuar todas las aguas residuales y las pluviales.

3.3.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO

1. Se ajustará a sistema de contador único (contador de red de incendios a parte como es obligatorio).
2. La acometida de la red de agua caliente a la red interior de agua fría se hará después de cada grupo de presión o válvula reductoras cuando estos sean necesarios.
3. La red se dispondrá a distancia no menor de 30 cm de toda conducción ó cuadro eléctrico.
4. La conducción de agua caliente se dispondrá a distancia superior a 4 cm de la del agua fría y nunca por debajo de ésta.
5. Para el dimensionado de la red, cada plato de ducha se contará como dos grifos.

3.3.1.3. INSTALACIÓN FÍSICA

La instalación de fontanería comprende el suministro de agua sanitaria y la distribución a todos los puntos interiores: Parte de la red de agua potable del polígono, desde la que se acomete mediante toma con arqueta normalizada y llave de corte. El contador estará situado en la valla de la parcela con el objetivo de que la lectura esté a la vista con el fin de que la compañía pueda realizar las lecturas correspondientes, si proceden.

La instalación interior se realizará con tuberías de PVC, ver plano.

En cuanto a los aparatos sanitarios, como se puede apreciar en el plano disponemos de:

Inodoros de porcelana vitrificada de color blanco, totalmente instalados, incluso conexiones a desagües y bajantes.

Plato de ducha de 0,90x0,90 m de porcelana vitrificada, totalmente instalados, incluso conexiones a saneamientos y red de abastecimiento de agua

Lavabos de color blanco para encastrar, incluso encastre, conexión a la red de abastecimiento de agua, desagües, y demás elementos precisos.

El agua caliente se suministrara a través del depósito asociado a la máquina de absorción de la climatización.

3.3.2. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

La instalación de climatización se ha planificado de acuerdo a las cargas térmicas obtenidas en los cálculos. Aparatado 5.2. De acuerdo a esas cargas térmicas se diseña la instalación. En este caso la instalación consta de una máquina de absorción, para generar frío y calor con una única fuente térmica de baja temperatura. El calor necesario para hacer funciona a máquina de absorción se obtiene de unas placas solares térmicas que se sitúan en la cubierta sur.

La climatización se consigue mediante difusión de aire a la temperatura adecuada para conseguir el efecto deseado. La instalación de difusión consta de tubos de chapa galvanizada con un recubrimiento aislante para minimizar pérdidas y una serie de difusores en los extremos que repartan el aire por toda la nave. Los tubos van alojados en la parte más alta posible de la nave. De esta forma también se consigue la renovación de aire deseada mediante la sobrepresión generada.

Se han colocado unas rejillas de ventilación en la fachada hastial, para la ventilación natural de los vestuarios.

3.3.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3.3.1. *ESPECIFICACIONES DISEÑO Y MONTAJE*

El suministro de Energía Eléctrica se realiza acometiendo desde la Red. La tensión de suministro será de 400/230V y 50Hz de frecuencia.

La acometida será subterránea, partiendo de una arqueta del polígono situada en la acera en una de las esquinas de la parcela, hasta el cuadro general utilizando uno de los modelos comerciales prefabricados que se pueden encontrar en el mercado. En la valla de cerramiento se situará el equipo de medida compuesto por contador de activa y reactiva con fusibles de protección.

La instalación interior en el taller se canalizará en tubos rígidos de PVC y tubos de acero galvanizado, dispuestos únicamente por el techo o las paredes del local, no disponiéndose ninguna canalización a altura inferior a 1,50m. Las tomas de corriente se dispondrán a esta última altura, como mínimo, en cajas dotadas de tapas de seguridad y realizando las uniones a la canalización con prensa estopas.

La iluminación artificial, que se realizará con una serie de luminarias industriales suspendidas de la cubierta y dotadas de regletas fluorescentes de 36W. Las líneas secundarias se realizarán con conductores de Cu de 1000 V de aislamiento en tubos aéreos de PVC rígidos. Serán usados los conductores activos de colores:

- Negro, marrón y gris las fases.
- Azul el neutro.
- Verde y amarillo el de protección.

La instalación en la zona de oficinas se realizará con tubo flexible reforzado, empotrado paredes o por falso techo o falso suelo. La iluminación se realizará con regletas fluorescentes y protección adecuada para el uso de cada dependencia.

Para el alumbrado exterior se dispondrá de proyectores situados en el suelo del exterior de la nave con lámparas de vapor de mercurio de 100W solo en la fachada principal.

Previsión de Potencia: A continuación se hace un resumen con la potencia eléctrica demandada y la simultánea a tener en cuenta para la contratación con la compañía eléctrica. Aproximadamente se calcula la potencia de los elementos que compondrán su instalación eléctrica y aplicando un coeficiente de simultaneidad, obteniendo una potencia demandada aproximada de 50kW. Para más detalle de la instalación eléctrica ver los planos (I-E (esquema unifilar) y F-P2-2 (distribución eléctrica))

3.3.3.2. PUESTA A TIERRA

Según el REBT, MIE BT 039: "Las puestas a tierra se establecen con el objeto principal de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar el riesgo que supone una avería en el material utilizado". Las puestas a tierra también limitan las tensiones de paso y de contacto que se pueden originar por un fallo eléctrico.

Se debe contar con una puesta a tierra provisional para obras, desde el electrodo situado en contacto con el terreno hasta su conexión con las máquinas eléctricas y masas metálicas que hayan de ponerse a tierra. Posteriormente se debe colocar la puesta a tierra del edificio, está formada por el electrodo situado en contacto con el terreno, hasta su conexión con las líneas principales de bajada a tierra de las instalaciones y masas metálicas.

La instalación constará de las siguientes partes:

Conductores de protección. Su sección será la misma que la de los conductores activos del circuito, tal y como ya se ha especificado. Todos ellos se unirán a la línea principal de tierra.

Línea principal de tierra. Se dispone de tres líneas principales de tierra, cuya sección es de 25 mm² las dos primeras y 120 mm² la tercera. La primera de ellas unirá el punto de puesta a tierra con los conductores de protección de cada uno de los circuitos. A la segunda serán conectadas todas las masas metálicas de los diversos aparatos eléctricos de la nave, las instalaciones de fontanería ejecutadas con tubos metálicos y la estructura metálica de la nave. La tercera unirá el anillo del circuito de las máquinas.

Línea de enlace con tierra, se hará mediante arqueta.

La puesta a tierra se hará con 18 picas simples intercaladas entre los pilares de la estructura. Dichas picas tendrán 14 mm de diámetro e irán enterradas 2m en el suelo.

3.3.3.3. PARARRAYOS

Según normativa se ve que no es necesario la colocación de un pararrayos ya que por la altura de nuestro edificio, tipo de estructura, de acero, y tipo de terreno y situación el riesgo acumulado es de $21 < 27$, máximo permitido.

3.3.4. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

a) Normas de carácter general:

Accesibilidad. Se cumple todo lo dispuesto en el artículo 11.1 de dicha ordenanza como se puede ver en los planos correspondientes.

Condiciones de compartimentación. Se cumple todo lo dispuesto en los artículos indicados de este apartado, correspondiente a la ordenanza de prevención de incendios.

Evacuación. Se cumple todo lo dispuesto en los artículos de este apartado de dicha ordenanza.

b) Instalaciones de extinción requeridas:

Contador para red de incendios de 60 mm de diámetro, incluso llaves de corte y retención. Según Normas del Canal de Isabel II.

Tubería de acero de 1 1/2", según NTE-IFF-21.

Tubería de acero de 2", según NTE-IFF-21.

Tubería de acero de 2 1/2", según NTE-IFF-21.

Tubería de acero de 3 ", según NTE-IFF-21.

Armario equipado con cristal y manguera de 45 mm de diámetro, 30,00 ml. Incluso boquilla regulable y adhesivo "rómpace en caso de incendio"

Extintores de polvo de gas de 6 kg, de eficacia 23 A, 134 B

Señalización e iluminación.

c) Características de los materiales de construcción:

Estructuras. Se cumplen los artículos 97, 98, 99 y 100 de dicha ordenanza.

Materiales. Se cumplen los artículos 101 y 102.1 de dicha ordenanza.

d) Uso de Taller y Almacén:

Se cumple todo lo dispuesto en los artículos de este apartado de dicha ordenanza como se puede ver en los planos correspondientes.

e) Uso de Oficinas:

Como en las oficinas trabajan menos de 100 personas no hace falta estudiar las fachadas y distancia de las escaleras a las oficinas (aun así por seguridad se hará una estimación). La salida lateral supera con creces lo necesario.



Universidad
Carlos III de Madrid

4. CALCULO DE LA ESTRUCTURA

Una vez se diseña y se tienen las condiciones técnicas y estéticas requeridas se está en disposición de calcular la estructura. En este apartado se describe el cálculo estructural, desde el planteamiento de las cargas, hasta el dimensionamiento de los perfiles. Posteriormente se analizan los resultados obtenidos, en busca de posibles mejoras. Primero se describen las cargas aplicadas, luego el cálculo con CYPE y el análisis de resultados

4.1. PLANTEAMIENTO Y CARGAS APLICADAS

Datos de la obra

Separación entre pórticos: 6.00 m.

Con cerramiento en cubierta

- Peso del cerramiento: 0.15 KN/m² (Paneles sándwich y correas de cubierta)
- Sobrecarga del cerramiento: 0.05 KN/m² (Placas solares)

Con cerramiento en laterales

- Peso del cerramiento: 0.34 KN/m² (Correas laterales y vidrios)

Normas y combinaciones

Perfiles conformados	CTE Categoría de uso: D. Zonas comerciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Perfiles laminados	CTE Categoría de uso: D. Zonas comerciales Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

Tabla 4.1. Normas y Combinaciones

Datos de viento Según CTE DB-SE AE (España)

Zona eólica: A

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

Profundidad nave industrial: 54.00

Sin huecos.

Hipótesis aplicadas:

- 1 - 0 grados. Presión exterior tipo 1
- 2 - 0 grados. Presión exterior tipo 2
- 3 - 180 grados. Presión exterior tipo 1
- 4 - 180 grados. Presión exterior tipo 2
- 5 - 90 grados
- 6 - 270 grados

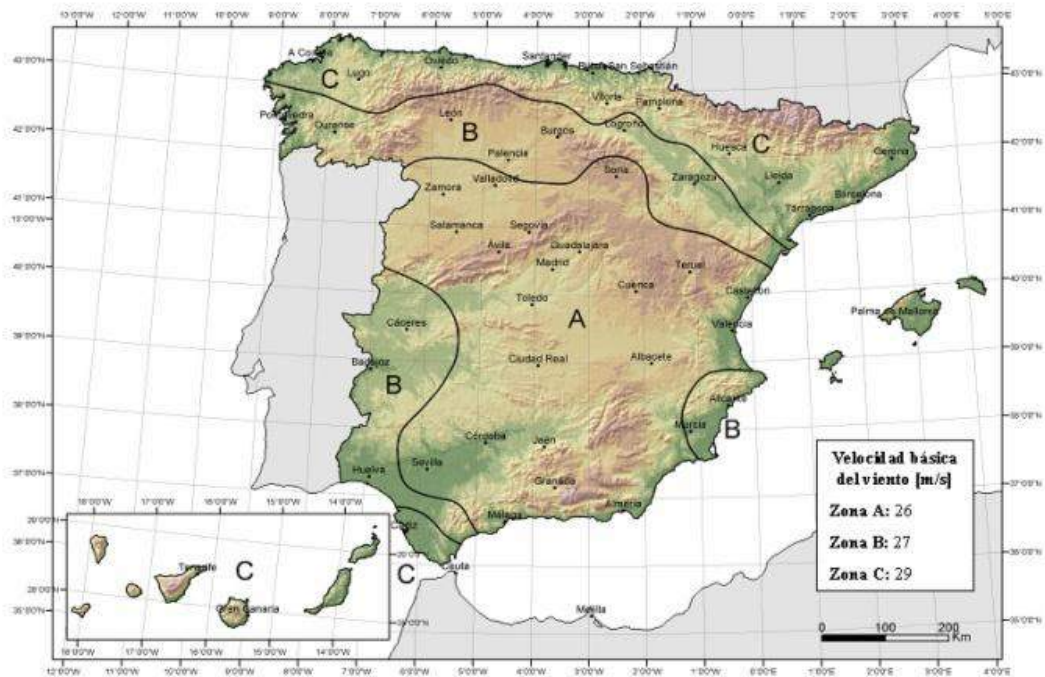


Imagen 4.1. Mapa zonas eólicas de España

Datos de nieve Según CTE DB-SE AE (España)

Zona de clima invernal: 4

Altitud topográfica: 600.00 m

Cubierta con resaltos

Exposición al viento: Normal

Hipótesis aplicadas:

- 1 - Sobrecarga de nieve 1
- 2 - Sobrecarga de nieve 2
- 3 - Sobrecarga de nieve 3



Imagen 4.2. Mapa de zonas de clima invernal de España

Aceros en perfiles

Los perfiles metálicos empleados en la construcción de la estructura son de acero laminado, mientras que las correas de cubierta son de acero conformado. A continuación se ven sus respectivas propiedades en la tabla 4.2.

Tipo acero	Acero	Lím. elástico	Módulo de elasticidad
Aceros Conformados	S235	235	206
Aceros Laminados	S275	275	206

Tabla 4.2. Propiedades del acero estructural

Los datos de los pórticos se reflejan en la tabla 4.3. Destacando que la luz izquierda y derecha son diferentes y que el interior del pórtico es de tipo celosía americana. También remarcar que la altura a cumbrera es de 12 m, cumpliendo con la norma subsidiaria del municipio.

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 8.00 m. Luz derecha: 18.00 m. Alero izquierdo: 8.00 m. Alero derecho: 8.00 m. Altura cumbrera: 12.00 m.	Celosía americana

Tabla 4.3. Datos de los pórticos

Las siguientes tablas, resumen las características de las correas. En la tabla 4.4. y 4.5. se explica la disposición y propiedades de las correas de cubierta y laterales respectivamente. Estas correas trabajan como una viga continua y así se debe garantizar en su construcción. En la tabla 4.6. se resume la medición de las correas y las cargas que aportan y transmiten por su propio peso a la estructura. Las correas son elementos muy importantes, aunque no se califiquen de elementos estructurales, ya que conforman un “esqueleto” que favorece que la estructura trabaje correctamente en su conjunto, además de facilitar la colocación del cerramiento. Las correas se definen antes de comenzar el dimensionado de los perfiles ya que tienen un efecto importante como carga permanente pero su efecto sobre la rigidez estructural no es tan importante ya que son un elemento de sujeción de la cubierta y el cerramiento.

En caso necesario las correas se pueden redimensionar con un proceso iterativo.

Datos de correas de cubierta	
Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: $L / 300$	Tipo de perfil: ZF-140x2.5
Número de vanos: Tres o más vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: S235

Tabla 4.4. Datos de correas de cubiertas

Datos de correas laterales	
Parámetros de cálculo	Descripción de correas
Límite flecha: $L / 300$	Tipo de perfil: IPN-100
Número de vanos: Tres o más vanos	Separación: 1.00 m.
Tipo de fijación: Fijación rígida	Tipo de Acero: S275

Tabla 4.5. Datos de correas laterales

4.2. RESOLUCIONES Y COMPROBACIONES CON CYPE 2008

Una vez planteadas las cargas se procede a la resolución. A partir de aquí todos los perfiles están dimensionados para las cargas descritas anteriormente.

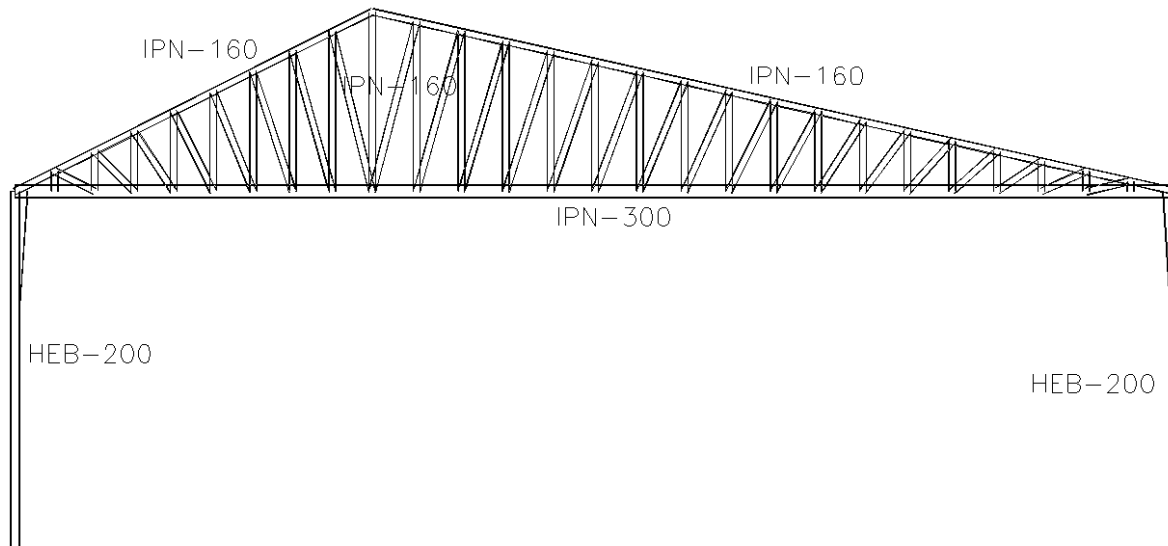


Imagen 4.3. Pórtico tipo con dimensión de los perfiles

La tabla 4.7. Resume las propiedades de cada tipo de perfil de acero estructural empleado en la nave. A groso modo el área se utiliza para dimensionar el perfil respecto a esfuerzos axiales puros, mientras que los momentos de inercia en los diferentes ejes se utilizan para el dimensionado de los perfiles respecto a los esfuerzos de flexión (momento flector principalmente, ya que se comprueba además que no aparezca el fenómeno de pandeo)

Características mecánicas de los perfiles resultantes.						
Tipo	Ubicación	Descripción	A(cm ²)	Iyy(cm ⁴)	Izz(cm ⁴)	Ixx(cm ⁴)
1	Pilares de pórticos	HEB-200, Simple con cartelas, (HEB)	78.10	5696.00	2003.00	63.40
2	Interior y parte superior cercha	IPN-160, Perfil simple, (IPN)	22.80	935.00	54.70	7.08
3	Parte inferior cercha	IPN-300, Perfil simple, (IPN)	69.10	9800.00	451.00	61.20
4	Pilares intermedios pórticos hastiales	HEB-180, Perfil simple, (HEB)	65.30	3831.00	1363.00	46.50
5	Arrostramiento entre pórticos	IPE-140, Perfil simple, (IPE)	16.40	541.00	44.90	2.63
6	Cruz de San Andrés (Tirantes)	Ø14, Perfil simple, (Redondos)	1.54	0.19	0.19	0.38

Tabla 4.7. Resumen características mecánicas de los perfiles

Notas: Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas y el material de todas ellas es Acero (S275).

La tabla 4.8. resume la medición de acero de la nave completa. Detalla el peso y la longitud lineal de cada tipo de perfil y los totales y subtotales de acero a utilizar.

Resumen de medición Acero Estructural								
Material	Descripción		Longitud			Peso		
	Serie	Perfil	Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (Kp)	Serie (Kp)	Material (Kp)
Acero (S275)	HEB	HEB-200, Simple con cartelas	160.00	256.00		11345.94	16266.95	
		HEB-180, Perfil simple	96.00			4921.01		
		IPN-160, Perfil simple	1386.07			24807.83		
	IPN	IPN-300, Perfil simple	260.00	1646.07		14103.31	38911.14	
		IPE-140, Perfil simple	168.00			2162.83		
	Redondos	Ø14, Perfil simple	261.50	261.50		316.00	316.00	

Tabla 4.8. Resumen medición del acero estructural

Para la comprobación de resultados se ha elegido el pórtico numero 5 ya que es uno de los pórticos centrales de la estructura y por lo tanto más representativo.

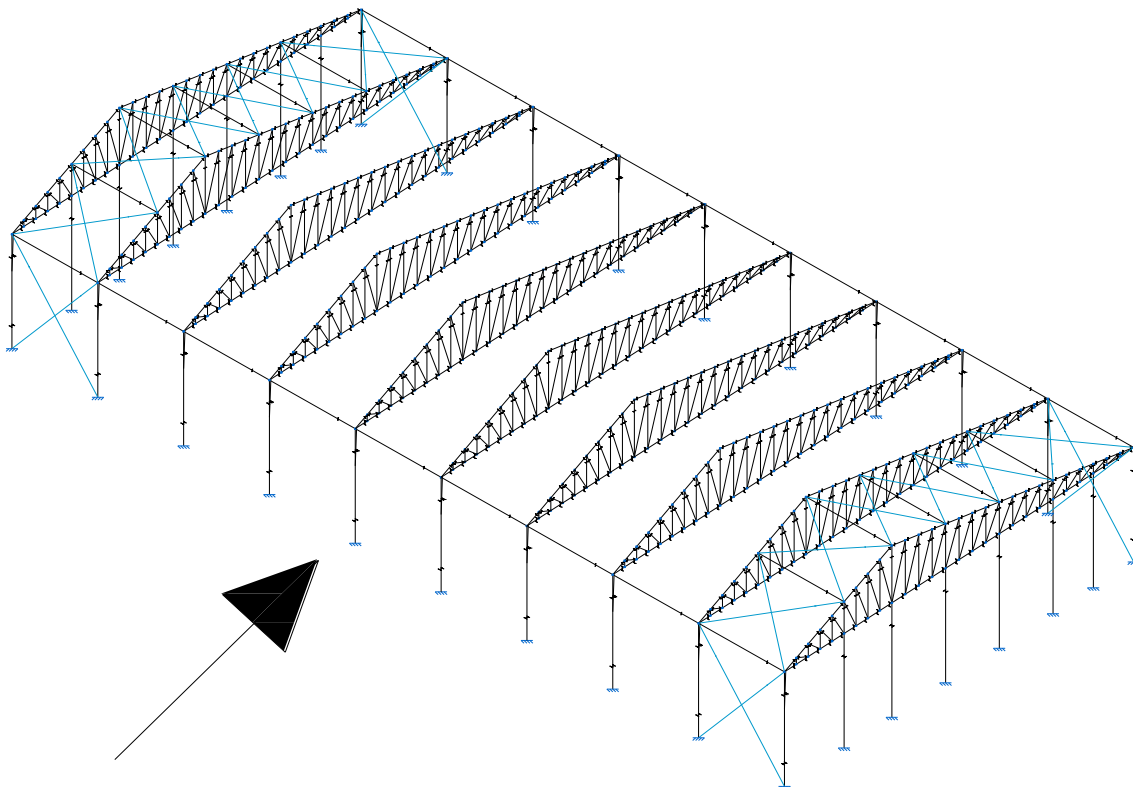


Imagen 4.4. Modelo de alambre de la estructura completa

La forma real de pórtico 5 se puede ver en el plano F-P3-3, junto con los detalles de unión y del cerramiento

4.2.1. GEOMETRÍA

4.2.1.1.- NUDOS

Para describir la estructura se hace mediante la posición absoluta de los nudos que la componen. Para cada nudo también hay que definir sus grados de libertad y desplazamientos y por último definir el tipo de nudo que es. Para este caso todos los nudos son empotramientos y los únicos nudos coaccionados con desplazamiento nulo son los nudos de unión con las placas de anclaje. En el anexo 10.3.1. se puede ver la relación completa de los nudos del pórtico 5, donde se indica la posición, tipo y desplazamiento de cada nudo.

4.2.1.1.- BARRAS

De forma complementaria a la descripción de la estructura mediante los nudos, se definen las barras que lo componen. Para definir cada barra se indica el nudo de inicio y de fin de la barra y la longitud total de la misma. Luego el tipo de perfil, es decir, el material del que está hecha la barra y el tipo de perfil utilizado. Al definir el material se está proporcionando para el cálculo todos los parámetros necesarios, como son el módulo de elasticidad, de cortadura, etc. En la tabla 4.10 se reflejan todos estos datos. El siguiente dato a definir son los coeficientes de pandeo en los diferentes planos posibles que puedan ocurrir. En este caso los coeficientes de pandeo serán igual a 0,5 en todos los elementos ya que todas las barras se encuentran en situación de bi-empotramiento.

La descripción de todas las barras del pórtico 5 se muestra en el anexo 10.3.1.

Materiales utilizados

Referencias:

E: Módulo de elasticidad

G: Módulo de cortadura

σ_e : Límite elástico

α : Coeficiente de dilatación

γ : peso específico

Materiales Utilizados					
Material	E (GPa)	G (GPa)	σ_e (GPa)	α (m/m°C)	γ (KN/m ³)
Acero (S275)	206.01	79.23	0.28	1.2e-005	77.01

Tabla 4.10. Propiedades de los materiales utilizados en pórtico 5

4.2.2. CARGAS

Las cargas tenidas en cuenta son las estipuladas en el Código Técnico de la Edificación de acuerdo a la zona climática y eólica. Las cargas aplicadas son el peso propio de los elementos constructivos (carga permanente), sobrecargas por nieve (carga uniforme circunstancial) y las acciones del viento (carga uniforme circunstancial).

En las acciones del viento se contemplan todas las posibles orientaciones que puede tener el viento aunque no todas se van a dar a la vez. Algo similar pasa con las diferentes sobrecargas por nieve.

A continuación se muestra la relación de cargas que pueden darse y estas cargas aplicadas sobre el pórtico 5.

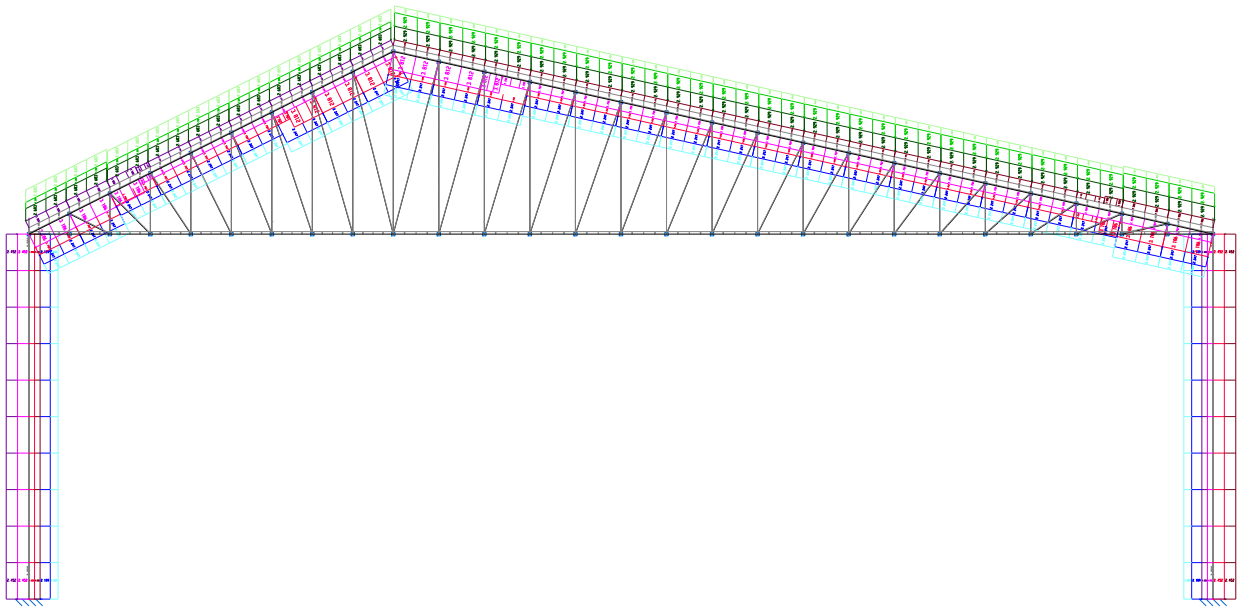


Imagen 4.5. Cargas aplicadas sobre el pórtico 5

0 grados. Presión exterior tipo 1	Magenta
0 grados. Presión exterior tipo 2	Púrpura
180 grados. Presión exterior tipo 1	Rojo
180 grados. Presión exterior tipo 2	Marrón
270 grados	Cian
90 grados	Azul
Carga permanente	Gris
Nieve (Sobrecarga de nieve 1)	Verde oscuro
Nieve (Sobrecarga de nieve 2)	Verde claro
Nieve (Sobrecarga de nieve 3)	Verde muy claro
DIBUJO_BARRAS_ACERO	Negro
DIBUJO_NUDOS	Azul

Tabla 4.11. Leyenda de las cargas del pórtico 5

La definición de las cargas en CYPE arriba descritas se hace de la siguiente forma y con el siguiente significado. Se comienza con la enumeración del elemento cargo mediante el nudo de inicio y fin del mismo.

Después se indica la hipótesis de carga a aplicar, es decir el tipo de carga, viento, nieve,....

A continuación se define el tipo de carga. El tipo de carga se refiere a si la carga es puntual, es un momento puntual, una carga distribuida uniformemente, en faja, trapezoidal o triangular y por último las cargas debidas a gradientes térmicos. No se han contemplado cargas debidas a errores de montaje o longitud de las barras.

Lo siguiente que se define es el valor de inicio y de fin de la carga y sus respectivas posiciones.

Por último se establece si la carga esta aplicada haciendo referencia al sistema local de coordenadas o al global y el eje sobre el que se aplica la carga.

La relación completa de cargas y la explicación completa de cómo se hace referencia a cada tipo de carga y sus valores se encuentran en el anexo 10.3.2.

Con esta forma de definir la geometría de la nave y las cargas se consigue un sistema matricial que el programa CYPE puede resolver de forma relativamente sencilla. La complejidad del sistema depende del número y tipo de nudos que tengamos.

4.2.3. TENSIONES OBTENIDAS EN LAS BARRAS

Tras la resolución de problema planteado, se obtiene como uno de los resultados más relevantes el estado de tensiones de cada barra y la posición sobre la barra en la que se obtienen el estado de tensiones más desfavorable, ya que no sobre toda la barra hay un estado tensional constante. Los valores tensionales de las barras se obtienen de las envolventes, de esta forma se tienen en cuenta toda la estructura en su conjunto, si solo se resolviera un pórtico individualmente los resultados estarían desvirtuados y omitirían una serie de ligaduras que si es necesario tener en cuenta. Para el cálculo de las tensiones CYPE realiza un proceso iterativo, en busca de la optimización de los perfiles.

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que produce la máxima tensión o el máximo coeficiente de aprovechamiento. La combinación pésima de solicitaciones puede estar compuesta por acciones gravitatoria únicamente, o una combinación de gravitatorias, viento y sismo.

El coeficiente de aprovechamiento indica en tanto por ciento la relación entre esfuerzos solicitantes y resistentes. Es una buena forma de ver si el elemento está bien dimensionado.

A continuación se explican las tablas de los resultados obtenidos para el estado tensional de las barras que componen el pórtico 5. Ver anexo 10.3.3. para resultados completo de todas las barras de dicho pórtico.

Para interpretar los resultados de las tablas, lo primero que se indica es la barra en cuestión, indicando sus nudos de inicio y fin. Después se indica el coeficiente de aprovechamiento de la barra y la posición donde se da la tensión más desfavorable o máxima. Luego se indica el valor de los esfuerzos pésimos (Esfuerzos normales, esfuerzos cortantes y momentos flectores en los diferentes ejes y el esfuerzo torsor) Sabemos que los más importantes y por lo tanto los más útiles para el dimensionamiento son los esfuerzos normales y los momentos flectores, pero se deben tener todos en cuenta para un correcto dimensionamiento. Por último se indica el origen de las solicitaciones pésimas que originan los esfuerzos pésimos y si cumple o no (Todas las barras van a cumplir porque así se ha exigido).

A continuación se muestra unos diagramas de momento flector en el pórtico 5 y del coeficiente de aprovechamiento.

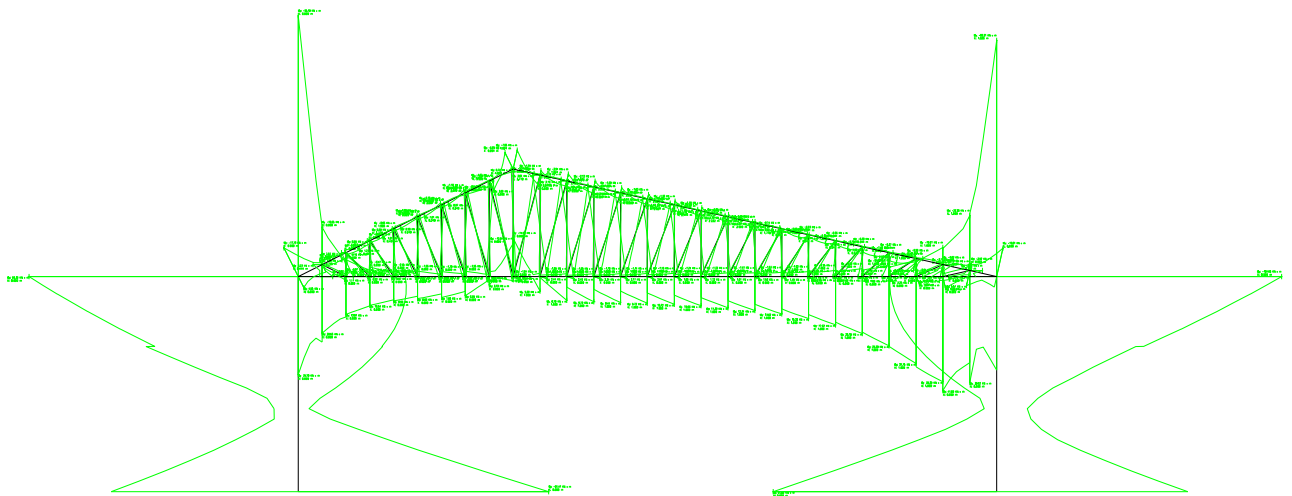


Imagen 4.6. Diagrama de momento flector en las barras del pórtico 5

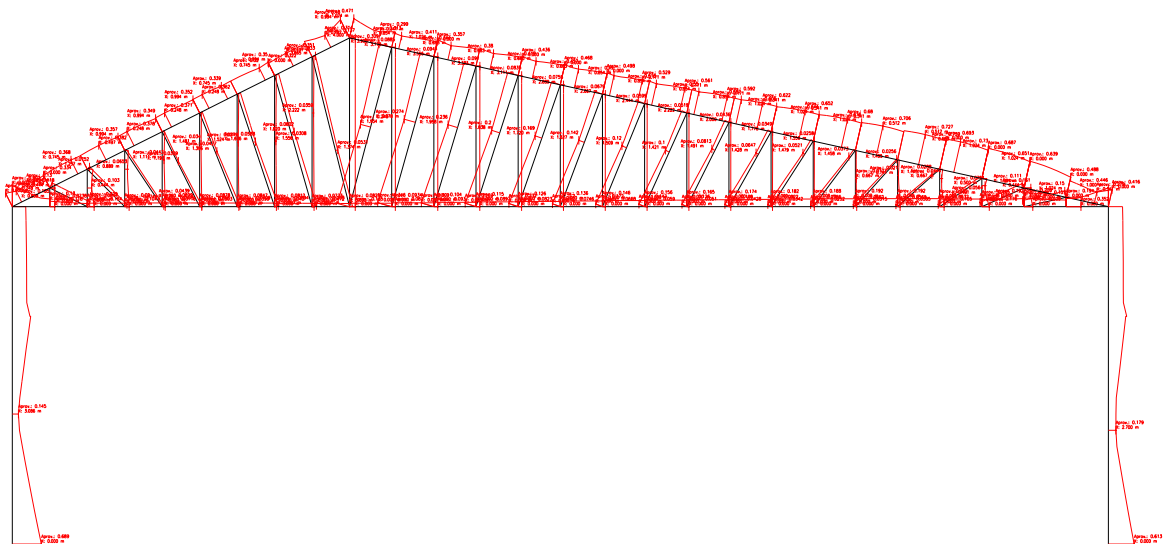


Imagen 4.7. Diagrama de tensión/aprovechamiento de las barras del pórtico 5

Se puede ver la relación entre el valor del momento flector y el coeficiente de aprovechamiento. Para perfiles de sección constante, según crece el momento flector la barra se aprovecha más. También se puede ver como en los elementos interiores de la celosía americana el momento flector es pequeño, ya que aunque todas sus barras son bi-empotradas, en parque funcionan como nudos articulados y apenas transmiten momentos entre sí.

Por último destacar que los valores extremos de momento flector se dan en los extremos de los pilares, de ahí la necesidad de acartelar estos elementos.

4.2.4. FLECHAS

Otro resultado muy útil e interesante son las flechas máximas que aparecen en la estructura debido al estado de cargas (en este caso también se aplica el estado cargas pésimo).

Generalmente las flechas que aparecen en los elementos de las estructura de una nave industrial no son limitantes, pero si pueden causar problemas en forma de fisuras en tabiques que tengan contacto directo con la estructura.

Los resultados arrojados por CYPE demuestran que la flecha no es significativa en los elementos de la estructura. Valores de flecha del orden de $L/250$ serían aceptables, en este caso los valores son muy inferiores. Se puede ver en el anexo 10.3.4. donde se encuentran los resultados del pórtico 5 completo.

Los resultados mostrados en el anexo 10.3.4. se interpretan de la siguiente forma. Primero se indica “el grupo” que realmente es la barra a la que se hace referencia, indicando el nudo inicial y el final. Luego se indica la flecha máxima absoluta y relativa en los diferentes planos posibles indicando la posición en la que ocurre. La flecha máxima absoluta indica el desplazamiento total que tiene el elemento con respecto a la estructura sin cargar y la flecha relativa indica el valor de la flecha con respecto al elemento, sin tener en cuenta los desplazamientos globales de la estructura. Por último se indican las flechas activas absolutas y relativas y la posición en la que ocurren. La flecha activa es la máxima diferencia en valor absoluto entre la flecha máxima y la flecha mínima de todas las combinaciones definidas en el estado de desplazamientos. En este caso la diferencia entre flecha absoluta y relativa es similar a la flecha máxima.

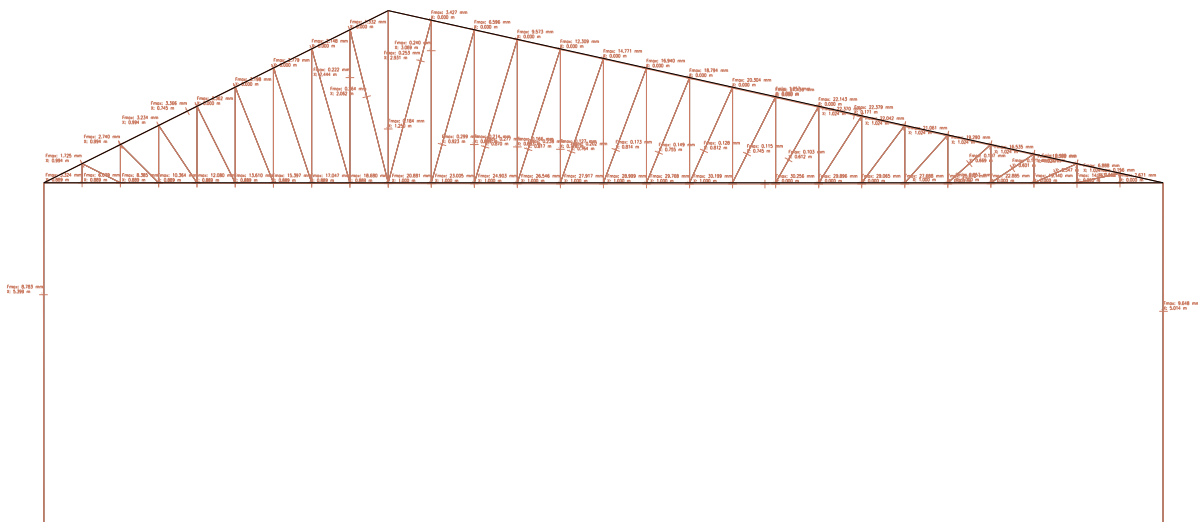


Imagen 4.8. Diagrama de valores de la flechas en cada barra del pórtico 5

En el diagrama de flechas (Imagen 4.7) podemos ver como el valor absoluto máximo de flecha se alcanza en la zona central del lado ancho de la cubierta. El valor es del orden de 30 mm, para salvar un vano de 26 m lo que corrobora la elección de este tipo de pórtico por su buen funcionamiento ante grandes vanos.

4.2.5. PLACAS DE ANCLAJE

Las placas de anclaje son unos elementos estructurales muy especiales, ya que son la unión entre estructura y la cimentación. Por lo tanto deben transmitir todos los esfuerzos de la estructura a la cimentación.

CYPE hace el dimensionamiento y comprobación de placas de anclaje por el método de las bandas finitas. También introduce y edita los rigidizadores que sean necesarios. Por último se añaden los pernos necesarios, se establece el número necesario de ellos, los coloca en la placa de anclaje y los dimensiona. Generalmente los pernos son rectos o en forma de garrota o gancho y siempre embebidos en el hormigón. Para esta última tarea se realizan comprobaciones sobre el hormigón, los pernos y sobre la placa.

En el plano F-P3-1 se pueden ver las placas completas y todos sus detalles constructivos y ubicación sobre los cimientos.

4.2.5.1. DESCRIPCIÓN

En la tabla 4.15. se describen las placas de anclaje del pórtico 5. Se hace referencia al nudo en cuestión, se indica el tamaño de la placa, la disposición sobre el cimiento (zapata), después se indica los rigidizadores a utilizar y en que ejes y por último los pernos a utilizar.

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N225	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x11.0)	8Ø20 mm L=35 cm Gancho a 180 grados
N227	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x0x10.0)	8Ø20 mm L=30 cm Gancho a 180 grados

Tabla 4.12. Descripción de las placas de anclaje del pórtico 5

4.2.5.2. MEDICIÓN PLACAS DE ANCLAJE

En la tabla 4.16 se describe el material total que tiene la placa de anclaje, contando la placa y rigidizadores.

Pilares	Acero	Peso Kp	Totales Kp
N225	S275	1 x 34.66	
N227	S275	1 x 34.11	
			68.77
Totales			68.77

Tabla 4.13. Medición de las placas de anclaje del pórtico 5

4.2.5.3. MEDICIÓN PERNOS PLACAS DE ANCLAJE

En la tabla 4.17 se describe el material total de los pernos. Se puede ver que los pernos son de acero corrugado.

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso Kp	Totales m	Totales Kp
N225	8Ø20 mm L=64 cm	B 400 S	8 x 0.64	8 x 1.57		
N227	8Ø20 mm L=59 cm	B 400 S	8 x 0.59	8 x 1.45		
					9.78	24.13
Totales					9.78	24.13

Tabla 4.14. Medición de los pernos de las placas de anclaje del pórtico 5

4.2.5.4. COMPROBACIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

Las tablas completas de comprobación de las placas de anclaje se pueden ver en el anexo 10.4.1.

Las comprobaciones que se hacen sobre las placas son varias. Las primeras comprobaciones son respecto a los pernos, deben cumplir una distancia mínima entre ellos mismos y entre el perno y el borde. Los rigidizadores son una parte importante en las placas de anclaje ya que son los encargados de garantizar el empotramiento del pilar en la placa. Se comprueba la esbeltez de los rigidizadores para que estos no tengan flexión en ningún momento. También se comprueba la longitud mínima que debe ir embebido los pernos. Se comprueban los esfuerzos de tracción, cortante y combinación de ambos del anclaje del perno en el hormigón. Esta comprobación es para evitar fisuras en el hormigón. La siguiente comprobación es la tracción en el perno y la de aplastamiento. Debido a acciones del viento se pueden dar esfuerzos de tracción, cosa que no es obvia. Finalmente se comprueban las tensión de Von Mises y la flecha global equivalente en los 4 cuadrantes en los que se ha dividido la placa y la tensión de Von Mises local máxima. Con todas estas comprobaciones la placa queda completamente calculada y garantizan su correcto funcionamiento antes los diferentes estados de carga.

4.2.6. SOLDADURAS DE LOS PÓRTICOS Y PLACAS DE ANCLAJE

Materiales:

- Perfiles y placas de anclaje (Material base): S275 y S235.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.

- Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerará como soldaduras a tope con penetración parcial.

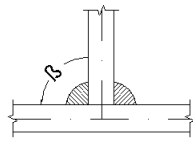


Imagen 4.9. Unión en "T"

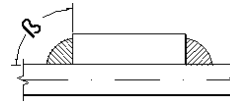


Imagen 4.10. Unión a solape

Comprobaciones en pórticos:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3(\tau_1^2 + \tau_2^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_1 \leq K \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Ecuación 4.1. Tensión de Von Mises

Ecuación 4.2. Tensión normal (Donde K=1)

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

Todas las referencias y la simbología utilizada está reflejada en el anexo 10.2.

Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

3. Placa de anclaje

a) Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

b) Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.

c) Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

4.3. ANALISIS CRÍTICO DE RESULTADOS:

En este análisis se recorren los resultados al completo comentando las modificaciones/optimizaciones que se han realizado sobre el resultado del programa de cálculo y se comentan los resultados obtenidos.

En primer, los perfiles del interior de las cerchas han sido igualados en tamaño de perfil. El cálculo originalmente permite que algunas barras internas de la cercha tengan un perfil de menos tamaño, pero como el ahorro de la material es insignificante, se decide que todas las barras tenga el mismo perfil. De esta forma se consigue simplificar el aprovisionamiento del material y su posterior corte y montaje en la obra.

En el exterior de la cercha los perfiles de la parte superior son de igual tamaño que los interiores, este resultado es el proporcionado por el calculo originalmente. En el caso de la parte inferior de la cercha el perfil es mucho mayor a los demás. Este resultado es el previsto ya que la luz de la nave es grande y la parte inferior de la cercha soporta grandes esfuerzo de tracción y flexión debido al vano que debe salvar.

Los pilares acartelados son un recurso sencillo para aumentar la rigidez de los pilares, de forma que con menos cantidad de material se consigue la misma rigidez. El principal problema en estos pilares es el pandeo, con las cartelas conseguimos una mayor rigidez en el plano de pandeo más crítico. (En este caso el plano mas critico es el de mayor momento de inercia por la flexión que transmite la cercha). La cartela también ayuda a reforzar la unión pilar-cercha que es un punto de máxima flexión.

Las vigas de arriostramiento entre pórticos son uno de los elementos más importantes y a su vez de los más pequeños y sencillos. Estas vigas, trabajan solamente a tracción-compresión, ya que se encuentran unidas a los pórticos mediante nudos articulados. Es muy importante que esos nudos sean articulados para que no transmitan grandes esfuerzos de flexión o de torsión. (Es inevitable una pequeña transmisión de esfuerzo). Además estas vigas aportan rigidez al conjunto ya que unen los pórticos entre sí. Son de vital importancia para que el conjunto de la estructura trabaje como esta previsto. Estas vigas también reducen el pandeo de los pilares acartelados en su otro eje de inercia (El mas débil)

Las cruces de San Andrés son el otro elemento utilizado en el arriostramiento de la nave. Debido a los esfuerzos que puede originar el viento es necesario reforzar el comienzo y el final de la estructura con tirantes cruzados o cruces de San Andrés. La Falta de simetría en estos pórticos hace necesario que sean reforzados. De este modo son mas resistentes si los vemos individualmente y transmiten mejor los esfuerzos a toda la estructura si lo vemos en conjunto.

Las correas laterales y las de cubierta son elementos que transmiten las cargas de viento, nieve y el peso de los elementos que portan. Aportan rigidez a la estructura ya que actúan como “costillas” pero en el cálculo no se tiene en cuenta esa rigidez ya que es pequeña

y las correas no son consideradas un elemento estructural. Las correas de cubierta son de perfil ZF para facilitar el montaje de la cubierta, mientras que las laterales son IPN para tener una cara plana que soldar directamente al pilar.

Los cimientos han sido igualados. El resultado del cálculo fue una dimensión de zapata para cada pilar. Entre el mayor de ellos y el menor no había gran diferencia por lo que se igualaron todos para facilitar el montaje de los emparrillados y para evitar errores en la construcción. Las zapatas corridas que unen cada zapata individual también han sido igualadas en forma (no así en longitud) por el mismo motivo. El aumento de material que se debe usar es poco o nada significativo, mientras que la facilidad de ejecución se ve muy incrementada.

Las placas de anclaje se han mantenido con la forma y valores obtenidos en el cálculo. Esto se debe a que las placas son el punto de unión entre los cimientos y la estructura e igualar todas las placas a la mayor de ella puede generar una sobre-rigidez de la estructura que a la larga derive en sobretensiones debidas a asentos, dilataciones térmicas o transmisión de momentos. Por este motivo se mantienen los resultados del cálculo para que el nudo funcione con la rigidez adecuada.



Universidad
Carlos III de Madrid

5. INSTALACIONES

En este apartado se describen todas las instalaciones de la nave, electricidad, climatización, fontanería y saneamiento. El correcto diseño y ejecución de las instalaciones garantiza a posteriori una buena utilización de la nave en su conjunto. A continuación se describe cada instalación y su proceso de cálculo y dimensionamiento.

5.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1.1. DESCRIPCIÓN

En este apartado vamos a analizar los cálculos realizados para determinar la potencia que prevemos vamos a necesitar, en función de la maquinaria a utilizar y con el objetivo de poder transmitirle la petición a la compañía. Debemos de poner en antecedente que esta potencia necesaria se ha calculado suponiendo el hipotético caso en el cual se produjera una demanda simultánea de electricidad en todos los dispositivos instalados en nuestra nave.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA AGUAS ARRIBA DEL CUADRO GENERAL

Basándonos en el reglamento de baja tensión y en la norma tecnológica, se ha dispuesto un armario de contadores en la valla de la parcela al cual se conectará la acometida de la compañía. El embarrado de protección se conectará a los conductores de protección de las derivaciones individuales.

Según los cálculos realizados se prevé una demanda de potencia de 50 kW. En planos se incluye un sinóptico eléctrico que refleja, como se han repartido los diferentes circuitos.

Características de la línea de acometida.

- Acometida subterránea de cobre con una longitud de 15m. La demanda máxima de la nave es de 62KW, estando los contadores del mismo centralizados. La máxima caída de tensión determinada por la empresa distribuidora es del 0,5%. La intensidad nominal que circula por la acometida es:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{62000}{1,73 * 400 * 0,8} = 111,88A$$

Ecuación 5.1. Intensidad de la acometida principal

Utilizamos un cable tetrapolar de cobre con sección nominal comercial de 50mm² y aislante Polietileno reticulado, con lo cual la intensidad máxima admisible es de 215 A, además soporta una tensión nominal de aislamiento de 1000V y temperaturas de hasta 90°C, teniendo ya presente el ser un cable entubado (0.8), la temperatura (1) y resistividad del terreno (1).

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA AGUAS ABAJO DEL CUADRO GENERAL

Según la norma CEI-909 y el Reglamento de Baja Tensión para Instalaciones Industriales:

- Distribuciones monofásicas

A continuación se describen algunos de los circuitos con los cuales se ha dotado a la nave. Se ha previsto una caída de tensión, para el cálculo de los conductores, menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para alumbrado y menor del 5% para los demás casos.

Descripción de los circuitos de alumbrado.

	Potencia (W)	Longitud hasta el consumo más alejado (m)	Sección ² (mm)	I _{Nominal} (A)
Alumbrado 1	5000	80	6	21,74
Alumbrado 2	5000	80	6	21,74
Alumbrado 6	1500	30	2,5	6,52
Alumbrado 7	900	30	1,5	3,91
Alumbrado 8	900	30	1,5	3,91
Alumbrado 9	900	30	1,5	3,91

Tabla 5.1. Relación secciones y longitudes de los conductores del alumbrado

Descripción de los circuitos de exteriores.

	Potencia (W)	Longitud hasta el consumo más alejado (m)	Sección ² (mm)	I _{Nominal} (A)
Exterior 13	2500	60	2,5	10,87

Tabla 5.2. Relación secciones y longitudes de los conductores del alumbrado exterior

Descripción de los circuitos de emergencia.

	Potencia (W)	Longitud hasta el consumo más alejado (m)	Sección ² (mm)	I _{Nominal} (A)
Alumbrado 3	150	100	1,5	0,65

Tabla 5.3. Relación secciones y longitudes de los conductores del alumbrado de emergencia

- Distribuciones trifásicas de potencia.

Descripción del circuito de fuerza trifásico.

Es el circuito que alimenta las máquinas de más potencia. Al tratarse de una nave para exposición y venta no es necesario tener máquinas de gran potencia.

5.1.2. CÁLCULOS

CORRIENTE TRIFÁSICA

Conocida la potencia:

$$s = \frac{L * W}{C * e * V}$$

Ecuación 5.2. Sección del conductor

Siendo:

“s” = Sección de los conductores en mm²

“L” = Longitud sencilla de la línea en metros

“W” = Potencia que se transporta en vatios

“C” = Conductibilidad; 56 para el Cu

“e” = Caída de tensión, en V, desde el principio al final de la línea

“V” = Tensión en voltios. (Entre fases para corriente trifásica) 400v

$$e = \frac{L * W}{C * s * V}$$

Ecuación 5.3. Caída de tensión en el conductor

Pérdida de Potencia en % desde el principio al final de la línea:

$$P = \frac{100 * L * W}{C * s * V^2 * \cos^2 \varphi}$$

Ecuación 5.4. Pérdida de potencia en el conductor

CORRIENTE MONOFÁSICA

Conocida la potencia:

$$s = \frac{2 * L * W}{C * e * V}$$

Ecuación 5.5. Sección del conductor

Siendo:

“s” = Sección de los conductores en mm²

“L” = Longitud sencilla de la línea en metros

“W” = Potencia que se transporta en vatios

“C” = Conductibilidad; 56 para el Cu

“e” = Caída de tensión, en V, desde el principio al final de la línea 0.03-0.05*230

“V” = Tensión en voltios. (Entre fases y neutro corriente monofásica) 230v

$$e = \frac{2 * L * W}{C * s * V}$$

Ecuación 5.6. Caída de tensión en el conductor

Pérdida de Potencia en % desde el principio al final de la línea:

$$P = \frac{200 * L * W}{C * s * V^2 * \cos^2 \varphi}$$

Ecuación 5.7. Pérdida de potencia en el conductor

Además de los cálculos detallados anteriormente, hemos tenido en cuenta equilibrar de la mejor forma posible las fases, R S T mediante las cuales se alimenta a los circuitos de alumbrado y todos aquellos que no necesiten alimentación trifásica, para conseguir que estas sean lo más parecidas posibles en cuanto a suministro de potencia. Para ello hemos tenido que calcular las potencias requeridas por cada circuito y asignarle en cada caso una fase, de tal forma que la suma de todas las potencias de una misma fase sean lo más parecidas entre sí. Esto se puede ver más claro en el esquema unifilar

Los cuadros, tanto generales como secundarios además de contadores y todas las demás instalaciones, así como enchufes, interruptores y demás, irán según normativa, pudiendo ver las especificaciones en los planos correspondientes.

5.2. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

5.2.1. DESCRIPCIÓN

La instalación de climatización, tiene como objetivo adecuar las condiciones de temperatura y humedad relativa del interior de la nave, para hacer de cada una de las estancias un lugar cómodo y agradable para trabajar. En condiciones de frío exterior se tendrá que aportar calefacción a la nave y en condiciones de calor exterior se tendrá que aportar aire frío en el interior.

Se ha prestado un especial esfuerzo en reducir las cargas térmicas de todo el conjunto para tener un menor consumo de energía en la climatización de la nave.

Otro punto importante de la instalación de climatización es que la potencia necesaria para climatizar la nave se obtendrá de paneles solares térmicos, acumulando energía en un depósito de agua y utilizando una maquina de absorción para poder suministrar tanto calefacción como aire acondicionado dependiendo de la demanda.

Las maquinas de absorción son dispositivos capaces de proporcionar “frío” a través del calor suministrado en otro de sus focos. Gracias a esta configuración las maquina de absorción recibe energía del sol y lo transforma en frío o calor dependiendo de las necesidades del interior.

5.2.2. CÁLCULOS

A continuación en la tabla 5.4. se describe la conductividad térmica de los materiales que componen el cerramiento de la nave. La conductividad térmica es una propiedad de cada material y nos indica lo “fácil o difícil” que se transmite el calor por conducción en el material.

Características constructivas

Propiedades Térmicas de Materiales de Construcción

Material	Conductividad térmica (W/m*k)
Alfombra	0,05
Aluminio	210
Baldosa Cerámica	1,75
Bloque Hormigón Celular	0,3
Chapa galvanizada	58
Hormigón Armado	1,63
Ladrillo Arcilla Maquina	0,46
Ladrillo Hueco	0,49
Mortero Cemento	0,85
Panel sándwich	0,38
Piso cerámico	1,75
Piso Vinílico	0,19
Poliestireno expandido	0,035
Vidrio Plano	1,2
Pladur (Yeso Cartón)	0,3

Propiedades medias de cámaras de aire

Falso suelo	0,009
-------------	--------------

Cámara entre correas de cubierta	0,018
Propiedades vidrio de fachada	
4-15-33,1 = Vidrio de 4 mm, cámara de aire de 15 mm y vidrio de seguridad de 2 hojas de 3 mm cada una unidas con butiral	0,05

Tabla 5.4. Relación de conductividades térmicas de cada elemento constructivo

Cargas térmicas de calefacción

Las cargas térmicas de calefacción se componen de la carga de transmisión y de la carga de ventilación e infiltraciones que se compone de latente y sensible. Las cargas térmicas representan la potencia perdida del interior en forma de calor.

Para el cálculo de las cargas térmicas de calefacción es necesario conocer las posibles condiciones extremas que se pueden dar en la ubicación de la nave para dimensionar el sistema de calefacción. Los parámetros que se usan para calcular las cargas térmicas son la temperatura y humedad relativa exterior, la temperatura del terreno y la temperatura objetivo en el interior. La temperatura interior se pretende que sea de 20°C mientras que la humedad relativa de 50%. Esto es llamado condiciones de confort. En la tabla 5.5 se hace un resumen de los valores usados para el cálculo.

TEMPERATURAS	°C	P_{sat} (Pa)	Humedad Relativa (HR)	%
Interior	20	2300	Interior	50
Exterior	-5	350	Exterior	70
Terreno	10			
Salto térmico ΔT (ΔT Terreno)	25 (10)			

Tabla 5.5. Condiciones térmicas exteriores e interiores para invierno

Otros datos necesarios en el cálculo son los que se indican en la tabla 5.6.

Presión atmosférica	101325	Pa
Densidad de aire	1,2	kg/m ³
Calor específico del aire	1000	J/kg*K
Calor latente de cambio de fase (h_{fg})	2257000	J/kg

Tabla 5.6. Datos auxiliares para cálculo de las cargas térmicas

Carga térmica de transmisión:

Es el calor que se transmite por conductividad a través de los muros, cubierta y suelos debido a diferencias finitas de temperatura.

Primeramente se calcula el coeficiente global de transferencia de calor (U), que representa la cantidad de calor que se pierde por metro cuadrado

$$U = \frac{1}{R_{hi} + \sum \frac{e}{K} + R_{he}}$$

Ecuación 5.8. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor

En la tabla 5.7. se describen todos los parámetros que intervienen en el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor.

Coeficientes Globales de Transferencia de Calor	
U	Coeficiente Global de Transferencia de Calor
K	Conductividad térmica del Material
e	Espesor Material
R _{hi}	Resistencia térmica debida a convección en el interior
R _{he}	Resistencia térmica debida a convección en el exterior

Tabla 5.7. Descripción de las variables para el cálculo de U

En las siguientes tablas, 5.8., 5.9., 5.10. y 5.11. se resume el cálculo de coeficientes globales de transferencia de calor para el suelo, muros, cubierta y vidrios cortina respectivamente.

Coeficiente Global de Transferencia de Calor Suelos < 0,49 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	R _{hi}	R _{he}	U
Hormigón armado	15	1,63	0,092025	0,1	--	0,0739
Cámara de aire falso suelo	12	0,009	13,33333			
Resistencia térmica debida a conductividad			13,425			

Tabla 5.8. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor del suelo

Coeficiente Global de Transferencia de Calor de Muros < 0,66 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	R _{hi}	R _{he}	U
Bloque Hormigón Celular	15	0,3	0,5	0,13	0,04	0,6274
Polietileno expandido	3	0,035	0,857143			
Pladur (Yeso cartón)	2	0,3	0,066667			
Resistencia térmica debida a conductividad			1,424			

Tabla 5.9. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de los muros

Coeficiente Global de Transferencia de Calor Cubiertas < 0,38 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	R _{hi}	R _{he}	U
Panel sándwich	5	0,38	0,131579	0,1	0,04	0,1242
Cámara de aire	14	0,018	7,777778			
Chapa galvanizada	0,2	58	3,45E-05			
Resistencia térmica debida a conductividad			7,909			

Tabla 5.10. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de la cubierta

Coeficiente Global de Transferencia de Calor de los Vidrios tipo cortina < 2,25 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	R _{hi}	R _{he}	U
Vidrio doble bajo emisivo "4-15-33,1"	2,5	0,05	0,5	0,13	0,04	1,4925

Resistencia térmica debida a conductividad	0,500			
--	-------	--	--	--

Tabla 5.11. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor del vidrio

El caso de los coeficientes globales de transferencia de calor de las diferentes puertas es algo particular, ya que al tratarse de elementos prefabricados el fabricante suministra los valores. Se resumen a continuación para cada puerta de la nave en la tabla 5.12.

Coefficientes Globales de Transferencia de Calor por las Puertas

	U (W/m ² K)
Puerta de entrada de personal	2
Puerta de entrada de mercancías	1,5

Tabla 5.12. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las puertas

Áreas de los cerramientos

A continuación, en la tabla 5.13. se resumen todas las áreas por las que hay transferencia de calor por conducción. Estas mediciones son importantes ya que el calor perdido depende directamente del área.

Cerramiento	Área (m ²)
Vidrio cortina Norte	402,3
Vidrio cortina Sur	432
Muro Oeste	274,62
Muro Este	274,62
Puerta entra de mercancías	20,7
Puerta entra de personal	9
Cubierta Norte	1086,5
Cubierta Sur	575,72
Suelo	1404

Tabla 5.13. Resumen de áreas de respectivo cerramiento de cada estancia

Pérdidas de Potencia energética Q por Transmisión

La potencia calorífica perdida por conducción se calcula de la siguiente forma. Ver ecuación 5.8.

$$Q = \sum U \cdot A \cdot \Delta T$$

Ecuación 5.8. Calculo de la potencia perdida por transmisión

U= Coeficiente Global de Transferencia de Calor

A= Superficie de paredes

ΔT = Salto térmico entre en interior y el exterior

En las siguientes tablas se desglosan los sumatorias de cargas térmicas para muros y puertas, cubierta y suelo.

Por Transmisión en Muros y puertas

Elemento	Áreas	U	ΔT	Q (watt)
----------	-------	---	------------	----------

Vidrio cortina Norte	402,30	1,4925	25	15011,194
Vidrio cortina Sur	432,00	1,4925	25	16119,403
Muro Oeste	274,62	0,6274	25	4307,604
Muro Este	274,62	0,6274	25	4307,604
Puerta entrada de mercancías	20,70	1,5	25	776,25
Puerta entrada de personal	9,0000	2,5	25	450
TOTAL				40972,055

Por Transmisión en Cubiertas

Elemento	Áreas	U	ΔT	Q (watt)
Cubierta Norte	1086,5000	0,1242	25	3374,479
Cubierta Sur	575,7200	0,1242	25	1788,086
TOTAL				5162,564

Por Transmisión en Suelo

Elemento	Aéreas	U	ΔT	Q (watt)
Suelo	1404,0000	0,0739	10	1038,050
TOTAL				1038,050

Tabla 5.14. Perdida de calor por transmisión de cada estancia y en cada dirección

Se puede ver que las cargas térmicas principales son las ocasionadas por los muros y puertas. Dentro de estas cargas, la componente principal se debe al acristalamiento. Los cristales están elegidos para minimizar la carga térmica pero reducir más el coeficiente global de transferencia de calor encarecería mucho los cristales y también se debe tener en cuenta que es el mayor área de todas. También se puede sacar la conclusión de que las cargas ocasionadas por el suelo y la cubierta son pequeñas, por lo que gastar mucho esfuerzo y dinero en mejorarlas no aporta grandes mejoras al resultado final.

Carga térmica de ventilación e infiltraciones

Para el cálculo de la carga térmica de ventilación e infiltraciones es necesario conocer los volúmenes totales de aire que hay en la nave y el caudal de renovación que hay en la nave. El caudal de renovación de cada estancia se obtiene mediante el número de renovaciones a la hora mínimas que la cada estancia debe tener para garantizar la salubridad de la estancia.

En la tabla 5.15 se ve el resumen de los volúmenes y caudales.

Estancia de renovación	Volumen de la estancia	Renovaciones por hora	Total caudal de aire (m3/h)
Lavabos y vestuarios	149,76	4	599,04
Comedor y oficinas	509,6	2	1019,2
Exposición, recepción y comercial	0,28litros/s*m2 de estancia	Área=1220m2	1230

Tabla 5.15. Volúmenes totales y caudal de aire de renovación en cada estancia de la nave

Las infiltraciones son un caudal de aire que se cuela por las holguras de las puertas y ventanas. Esta carga es inevitable. En la tabla 5.16 se resumen los caudales de aire infiltrado.

Volumen de infiltraciones	Área(m2)	Valor de la infiltración (m3/h*m2)	Total caudal de aire (m3/h)
Puerta entrada de mercancías	20,7	2,5	51,75
Puerta entrada de personal	9	2,5	22,5

Tabla 5.16. Caudal de aire infiltrado en cada elemento

Pérdidas en Potencia Energética por Ventilación e Infiltración (Sensible y Latente)

El calor sensible es el asociado a calentar el aire. Se calcula de acuerdo a la ecuación 5.9. y como se puede ver depende del calor específico y del salto térmico como parámetros térmicos.

$$\text{Calor sensible } Q_s = V \cdot \rho_a \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Ecuación 5.9. Cálculo de las pérdidas por calor sensible

En la tabla resumen 5.17 se calculan las cargas térmicas asociadas al calor sensible de cada una de las estancias. Se ve que el factor determinante del valor de la carga es el caudal de renovación.

Estancia	Volumen (m3/s)	ρ_a	C_p	ΔT	Q_s (w)
Lavabos y vestuarios	0,17	1,2	1000	25,0	4992
Comedor y oficinas	0,28	1,2	1000	25,0	8493,33333
Exposición, recepción y comercial	0,34	1,2	1000	25,0	10250
Puerta entrada de mercancías	0,01	1,2	1000	25,0	431,25
Puerta entrada de personal	0,01	1,2	1000	25,0	187,5
TOTAL					24354,08333

Tabla 5.17. Pérdida de potencia en forma de calor sensible de toda la nave

Relación de humedad: Es la relación entre la masa de vapor y la masa de aire

$$w = \frac{m_v}{m_a} = 0.622 * \frac{\phi * P_{sat}(T)}{P_{atm} - \phi * P_{sat}(T)}$$

Ecuación 5.10. Calculo de la relación de humedad

	Relación de humedad
Interior	0,007140504
Exterior	0,001507618
Δw	0,005632886

Tabla 5.18. Resumen de relaciones de humedad

El calor latente es el calor necesario para adaptar la humedad relativa a la necesaria en el interior. Esta carga suele ser pequeña ya que la cantidad de vapor de agua en el aire es pequeña.

$$\text{Calor Latente } Q_l = V * \rho_a * h_{fg} * \Delta w$$

Ecuación 5.11. Calculo de las pérdidas por calor sensible

En la tabla 5.19. se resume la carga latente de cada estancia.

Estancia	Volumen	ρ_a	h_{fg}	Δw	Q_l (w)
Lavabos y vestuarios	0,17	1,2	2257000	0,00563	0,70517128
Comedor y oficinas	0,28	1,2	2257000	0,00563	1,19977059
Exposición, recepción y comercial	0,34	1,2	2257000	0,00563	1,4479178
Puerta entrada de mercancías	0,01	1,2	2257000	0,00563	0,06091849
Puerta entrada de personal	0,01	1,2	2257000	0,00563	0,0264863
TOTAL					3,44

Tabla 5.19. Pérdida de potencia en forma de calor latente de toda la nave

Se puede ver como la carga latente es insignificante comparada con el resto de cargas térmicas.

Cargas térmicas de climatización.

Las cargas térmicas de climatización se componen de la carga de transmisión, de la carga de ventilación e infiltraciones que se compone de latente y sensible, de la carga de radiación solar y de la carga de equipos internos. Las cargas térmicas de climatización representan la potencia indeseada del exterior que entra al interior de la nave en forma de calor.

Para el cálculo de las cargas térmicas de climatización es necesario conocer las posibles condiciones extremas que se pueden dar en la ubicación de la nave para dimensionar el sistema de climatización. Los parámetros que se usan para calcular las cargas térmicas son la temperatura y humedad relativa exterior, la temperatura del terreno y la temperatura objetivo en el interior. La temperatura interior se pretende que sea de 22°C mientras que la humedad relativa de 50%. Esto es llamado condiciones de confort. En la tabla 5.20 se hace un resumen de los valores usados para el cálculo.

Condiciones interiores y exteriores

TEMPERATURAS	°C	P_{sat} (Pa)	Humedad Relativa (HR)	%
Interior	22	2700	Interior	50
Exterior	36	5800	Exterior	40
Terreno	12			
Salto térmico ΔT (ΔT Terreno)	14 (10)			

Tabla 5.20. Condiciones térmicas exteriores e interiores para verano

Carga de térmica de transmisión:

Tanto para la carga transmisión como para la carga de ventilación e infiltraciones, el proceso de calculo es similar en calefacción como para climatización. En este caso no tiene sentido hablar de carga térmica a través del suelo ya que el suelo siempre estará más frio que el interior de la nave, por lo que es una contribución a la climatización. En las tablas siguientes se puede ver de forma detalla el calculo.

Coefficiente Global de Transferencia de Calor de Muros < 0,66 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	Rhi	Rhe	U
Bloque Hormigón Celular	15	0,3	0,5	0,13	0,04	0,6274
Polietileno expandido	3	0,035	0,857143			
Pladur (Yeso cartón)	2	0,3	0,066667			
Resistencia térmica debida a conductividad			1,424			

Tabla 5.21. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de los muros

Coefficiente Global de Transferencia de Calor Cubiertas < 0,38 W/m² °C

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	Rhi	Rhe	U
Panel sándwich	5	0,38	0,131579	0,17	0,04	0,1232
Cámara de aire	14	0,018	7,777778			
Chapa galvanizada	0,2	58	3,45E-05			
Resistencia térmica debida a conductividad			7,909			

Tabla 5.22. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de la cubierta

Coeficiente Global de Transferencia de Calor de los Vidrios tipo cortina <math>2,25 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}</math>

Material	e (cms)	K W/m*°C	e/K	Rhi	Rhe	U
Vidrio doble bajo emisivo "4-15-33,1"	2,5	0,05	0,5	0,13	0,04	1,4925
Resistencia térmica debida a conductividad			0,500			

Tabla 5.23. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor del vidrio

Coeficientes Globales de Transferencia de Calor por las Puertas

	U (W/m2 K)
Puerta de entrada de personal	2
Puerta de entrada de mercancías	1,5

Tabla 5.24. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las puertas

Pérdidas en Potencia energética Q por Transmisión

Por Transmisión en Muros y puertas

Elemento	Áreas	U	ΔT	Q (watt)
Vidrio cortina Norte	402,3000	1,4925	14	8406,269
Vidrio cortina Sur	432,0000	1,4925	14	9026,866
Muro Oeste	274,6200	0,6274	14	2412,258
Muro Este	274,6200	0,6274	14	2412,258
Puerta entrada de mercancías	20,7000	1,5	14	434,700
Puerta entrada de personal	9,0000	2,5	14	252,000
TOTAL				22944,351

Por Transmisión en Cubiertas

Elemento	Áreas	U	ΔT	Q (watt)
Cubierta Norte	1086,5000	0,1242	25	1873,416
Cubierta Sur	575,7200	0,1242	25	992,695
TOTAL				2866,111

Tabla 5.25. Perdida de calor por transmisión de cada estancia y en cada dirección

Carga térmica de ventilación e infiltraciones

Volumen de las estancias y caudales de renovación

Estancia de renovación	Volumen de la estancia	Renovaciones por hora	Total caudal de aire (m3/h)
Lavabos y vestuarios	149,76	4	599,04
Comedor y oficinas	509,6	2	1019,2
Exposición, recepción y comercial	0,28litros/s*m2 de estancia	Área=1220m2	1230

Tabla 5.26. Caudal de aire de renovación en cada estancia de la nave

Volumen de infiltraciones	Área(m ²)	Valor de la infiltración (m ³ /h*m ²)	Total caudal de aire (m ³ /h)
Puerta entrada de mercancías	20,7	2,5	51,75
Puerta entrada de personal	9	2,5	22,5

Tabla 5.27. Caudal de aire infiltrado en cada elemento

Pérdidas en Potencia Energética Q Por Ventilación e Infiltración (Sensible y Latente)

Estancia	Volumen (m ³ /s)	ρ_a	C_p	ΔT	Q_s (w)
Lavabos y vestuarios	0,17	1,2	1000	14	2795,52
Comedor y oficinas	0,28	1,2	1000	14	4756,27
Exposición, recepción y comercial	0,34	1,2	1000	14	5740,00
Puerta entrada de mercancías	0,01	1,2	1000	14	241,50
Puerta entrada de personal	0,01	1,2	1000	14	105
TOTAL					13638,29

Tabla 5.28. Pérdida de potencia en forma de calor sensible de toda la nave

Relación de humedad

Relación de humedad	
Interior	0,0083991
Exterior	0,014575
Δw	0,006176

Tabla 5.29. Resumen de relaciones de humedad

Estancia	Volumen	ρ_a	h_{fg}	Δw	Q_l (w)
Lavabos y vestuarios	0,17	1,2	2257000	0,00618	0,7732
Comedor y oficinas	0,28	1,2	2257000	0,00618	1,3155
Exposición, recepción y comercial	0,34	1,2	2257000	0,00618	1,5876
Puerta entrada de mercancías	0,01	1,2	2257000	0,00618	0,0668
Puerta entrada de personal	0,01	1,2	2257000	0,00618	0,02904
					3,77

Tabla 5.30. Pérdida de potencia en forma de calor latente de toda la nave

Carga de Radiación

La carga de radiación aparece por la irradiación procedente del sol. Solo tiene sentido contemplarla en las cargas de climatización, ya que en el caso de calefacción es una ayuda, y siempre se diseña para las peores condiciones.

Esta carga térmica depende de la irradiación que llega a cada orientación, el área acristalada y de una serie de factores de corrección que dependen del tipo de vidrio, la presencia de persianas, cortinas o sombras.

$$Q_r = I_{\text{orient}} * A_{\text{vent}} * f_v * f_p * f_c * f_{\text{sombra}}$$

Ecuación 5.12. Carga de Radiación térmica

I_{orient} = Irradiación solar en cada dirección

A_{vent} = Area de ventana

Orientación	I_{orient} (w/m ²)	Factor de corrección	
Norte	200	Vidrio	0,7
Sur	450	Persianas	1
Este	600	Cortinas	0,7
Oeste	600	Sombra	0,3

Tabla 5.31. Irradiación por orientación y factores de corrección

A continuación en la tabla 5.34 se desglosan las cargas según la orientación de cada pare acristalada.

Orientación	I_{orient} (w/m ²)	Área de ventana	Producto de factores de corrección	Q_r (w)
Norte	200	402,3	0,147	11827,62
Sur	450	432	0,147	28576,8
TOTAL				40404,42

Tabla 5.32. Calor recibido en forma de Radiación

Carga de los elemento internos

La carga de los elementos internos representa las diferentes fuentes de calor que puede haber en el interior de la nave. Las aportaciones principales vienen de los aparatos eléctricos y de la iluminación. En menor medida la carga de ocupación también aporta una potencia calorífica del orden de 100 wátios por persona.

Tipo de Carga interna	Potencia (w)
Carga de iluminación	6000
Carga de ocupación	3000
Carga de equipos	12000
TOTAL	21000

Tabla 5.33. Calor recibido de los elementos internos

5.2.3. CONCLUSIONES

Totales	(W)
TOTAL Transmisión	47172,669
TOTAL Ventilación e Infiltraciones	24357,524
TOTAL DE CALEFACCION	71530,193

Tabla 5.34. Resumen de las cargas de calefacción

Como se puede ver en la Tabla 5.35 la carga de calefacción es del orden de 71kW, de modo que la carga por metro cuadrado de la nave es de 51w/m². Con este se dato se observa que la nave tiene un buen aislamiento térmico.

Totales	(W)
TOTAL Transmisión	25810,467
TOTAL Ventilación e infiltraciones	13642,059
TOTAL de Radiación	40404,420
TOTAL de Elemento internos	21000,000
TOTAL DE Climatización	100856,946

Tabla 5.35. Resumen de cargas de climatización

Para la carga de climatización se puede observar que contamos con 101,85 kW. De este dato se extrae que la carga por metro cuadrado de la nave es de 71,8 W/m².

Una vez calculadas las cargas térmicas, ya se pueden dimensionar los equipos necesarios para aclimatar la nave.

La instalación de climatización cuenta con una maquina de absorción, alimentada con el calor de unos colectores solares, situados en la cubierta. El calor procedente de los colectores se almacena en un depósito de agua caliente. La máquina de absorción entrará en funcionamiento solo para suministrar climatización mientras que la calefacción se hace con el calor procedente de los colectores. El único consumo que tiene este sistema es el del compresor asociado a los colectores, para mover el fluido refrigerante y el de calentadores eléctricos que van dentro del depósito para garantizar la temperatura del depósito en caso de consumos de agua caliente excesivos cuando no hay sol.

En el plano F-P10-1 del anexo10.1. se puede ver como se despliega la instalación de climatización en la nave.

5.3. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

5.3.1. DESCRIPCIÓN

La instalación de agua deberá satisfacer las necesidades de la nave que se calculan para un uso habitual de 12-15 personas. La acometida se realizará desde la red general de distribución pública, situada a pie de parcela. La instalación es de tubo de cobre tanto para agua fría como caliente. Los diámetros de tubería se determinaran en función del caudal de cada sección. Hay instalados 6 inodoros, 6 lavabos y 3 platos de ducha.

Se establecen como partes fundamentales de la instalación, la acometida, compuesta por una llave de toma, tubo de acometida y llave de corte exterior, llave de corte general dentro de la propiedad, un armario de contador general y tubería hasta el interior de la nave.

La empresa municipal de agua garantiza una presión mínima en su red de 2 bar.

5.3.1. INSTALACIÓN DE AGUA FRÍA.

Las canalizaciones de la fontanería estarán situadas bajo el pavimento en los tramos que pertenezcan al exterior de las instalaciones y discurrirán por encima del falso techo o por el interior de los paramentos interiores en el caso de los tramos que transcurran por el interior del edificio.

El tendido de las tuberías de agua fría debe hacerse de tal modo que no resulten afectadas por los focos de calor y por consiguiente deben discurrir siempre separadas de las canalizaciones de agua caliente (ACS o calefacción) a una distancia de 4 cm, como mínimo.

Cuando las dos tuberías estén en un mismo plano vertical, la de agua fría debe ir siempre por debajo de la de agua caliente. Las tuberías deben ir por debajo de cualquier canalización o elemento que contenga dispositivos eléctricos o electrónicos, así como de cualquier red de telecomunicaciones, guardando una distancia en paralelo de al menos 30 cm. Se establece que tanto lavabos, inodoros y duchas tienen un caudal de consumo instantáneo de 0,1 l/s. La velocidad recomendada para este tipo de instalaciones es $V = 1 \text{ m/s}$ para no tener una pérdida de presión muy elevada. El diámetro de tubería obtenido con estos datos sería de 11,28mm, llevando el resultado a una diámetro normalizado, contamos con una instalación de tuberías de 15mm para lavabos, inodoros y duchas. Todos los aparatos sanitarios llevarán su correspondiente llave para regulación, y estarán dotados de sus correspondientes juntas de goma para asegurar una perfecta estanqueidad.

5.3.3. INSTALACIÓN AGUA CALIENTE

Para el uso del agua caliente en los aseos se dispone de un deposito asociado a la máquina de absorción, que suministra agua caliente sanitaria a los lavabos y duchas de la nave.

En este caso el dimensionamiento de las tuberías se realiza de igual modo que para el agua fría, obteniendo el mismo valor.

Al estar el depósito de agua caliente cercano a los puntos de consumo, no es necesario que las tuberías sean calorifugadas. Hay que prestar especial atención en la distancia de 40mm entre las tuberías de agua fría y agua caliente y la disposición de las mismas, tal y como se indica anteriormente

Tanto la disposición de la instalación de agua caliente como de agua fría se muestra en el plano F-P9-1 del anexo 10.1.

5.4. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

5.4.1. DESCRIPCIÓN

La red de saneamiento comprende la evacuación de aguas residuales-fecales, así como las pluviales de la nave. Comienza en los aparatos sanitarios y puntos de recogida de aguas de lluvia hasta la acometida a la red de alcantarillado. Antes del pozo registrable, situado en el exterior de la nave, se juntan las 2 instalaciones.

Las tuberías de dichas redes serán tubos cilíndricos de PVC con un extremo en forma de copa, que permite el alojamiento de una junta de goma que dará estanqueidad a la unión de dos tubos sucesivos.

Los criterios seguidos son los siguientes:

1. Los aparatos sanitarios se situarán buscando la agrupación alrededor de la bajante.
2. Se colocarán botes sifónicos para duchas, lavabos e inodoros.
3. Todas las bajantes quedarán ventiladas por su extremo superior.
4. La acometida a la red de alcantarillado se realizará ateniéndose a las Ordenanzas y Reglamentos locales correspondientes.
5. Todas las tuberías de la instalación de saneamiento deben tener una pendiente suficiente que garantice la evacuación por gravedad de las aguas. Ésta pendiente tiene unos valores típicos de entre 1-3%.

5.4.2. RED DE AGUAS RESIDUALES-FECALES.

Estará constituida por el agua procedente de los sanitarios del interior de la nave. Debido a la actividad que se va a dar en la nave no hay sumideros adicionales fuera de los vestuarios.

La ubicación y dimensiones de los tubos y arquetas de la instalación, así como las cotas de los mismos se pueden ver en el plano anexo F-P9-1

5.4.3. RED DE AGUAS PLUVIALES.

Esta red estará alimentada por el agua acumulada en la cubierta del edificio por efecto de la lluvia, nieve o granizo.

Para ello se usarán canalones, bajantes y arquetas que garanticen la evacuación de las precipitaciones. Desde las arquetas que conectan con las bajantes de los canalones se llevan las aguas pluviales a una arqueta mayor don se une a las aguas residuales-fecales. La intensidad pluviométrica de la zona es de 30mm/m²*hora. La inclinación del canalón es del 1%, suficiente para evacuar la precipitación de esta zona pluviométrica.



Universidad
Carlos III de Madrid

6. PRESUPUESTO

En este capítulo se hace una explicación de cada partida en el presupuesto, posteriormente se detalla cada partida, donde se incluyen todos los elementos que se prevé se van a usar en la construcción de la nave y por último se hace un análisis del presupuesto, donde se estudian las partidas de mayor volumen y el precio total.

6.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.

El movimiento de tierras es una partida pequeña dentro del presupuesto. Es lo primero que se realiza y aunque las mediciones están claramente definidas es susceptible de tener modificaciones cuando se ejecuten la obras.

En el anexo 10.4.1. se puede ver la descripción completa de los trabajos.

6.2. SANEAMIENTOS.

El saneamiento de la nave es una partida considerable pero no muy grande. Incluye arquetas prefabricadas, pozos registrables, bajantes y colectores. Cuenta con bastantes elementos aunque el precio unitario de los mismos es bajo, por ser elementos prefabricados de hormigón o PVC.

En el anexo 10.4.2. se puede ver la descripción completa de los elementos de saneamiento de la nave.

6.3. CIMENTACIONES Y SOLERAS.

Las cimentaciones y soleras son unas de las partidas más importantes de la construcción. La solera de hormigón de la nave es la partida más importante mientras que las cimentaciones de la nave como de la valla exterior son la otra parte importante de este apartado.

En el anexo 10.4.3. se puede ver el desglose completo de las cimentaciones y soleras.

6.4. ESTRUCTURA METALICA.

La estructura metálica es la segunda partida más importante de la construcción. El coste del material es la parte más importante, del orden de 0,60 €/kg, pero también se incluye el corte de piezas, izado, montaje, soldadura y consumibles y todas las operaciones necesarias para dejar la estructura finalizada, lo que resulta en un precio final de 1,82 €/kg. El precio del acero no depende del tipo de perfil, solo de la cantidad de acero. El acero total se ha extraído de los cálculos realizados en CYPE.

En el anexo 10.4.4. se puede ver el desglose completo del acero estructural.

6.5. CERRAMIENTOS, ALBAÑILERÍA, FFB Y FFV (Fachada de Fabrica de Bloque y Vidrio)

Esta es la partida más importante del presupuesto. Supera los 200000 € y sus partes más importantes son los paneles de la cubierta y el cerramiento de cristal. El cerramiento de cristal genera un encarecimiento de alrededor de 100000€, pero es la seña de identidad de la construcción. El resto de las partidas de albañilería son importantes pero no excesivas.

En el anexo 10.4.5 se puede ver el desglose completo del acero estructural.

6.6. SOLADOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS DE TECHOS.

Esta partida es la tercera más importante. La mayor contribución es del falso suelo de toda la nave (del orden del 70%). La aportación del resto de solados y alicatados es relativamente pequeña.

En el anexo 10.4.6. se puede ver el desglose completo del acero estructural.

6.7. PARTICIONES DE MADERA.

En esta nave, las particiones de madera son poco importantes. Por la distribución de las estancias apenas hay necesidad poner puertas, por lo tanto la partida solo tiene 4 puertas a un precio inferior a 200 €

En el anexo 10.4.7. y en el plano CP del anexo 10.1. se puede ver el desglose completo de las particiones de maderas.

6.8. CERRAJERÍA, DEFENSAS, CARPINTERÍA METÁLICA Y PPA(Particiones y Puertas de Acero).

Con esta partida ocurre algo similar a la anterior. El montante total no es significativo, ya que solo se cuenta con 2 puertas, una de entrada de material y otra de personal. Esto se debe a la configuración de la nave.

En el anexo 10.4.8. se puede ver el desglose completo de cerrajería, defensas, carpintería metálica y PPA.

6.9. VENTILACIÓN.

La ventilación de la nave necesita de unas rejillas de aspiración y de los conductos necesarios para llevar el aire al sistema de calefacción y climatización. Es una de las partidas más pequeñas, pero es importante distinguir entre ventilación y el sistema completo de calefacción y climatización.

En el anexo 10.4.9. se puede ver el desglose completo de la ventilación.

6.10. PINTURAS.

Para esta nave partida de pintura es pequeña. Cuanta con fachada acristalada lo que reduce mucho los metros a pintar, además al contar con un gran espacio diáfano, no hay casi paredes que pintar, del orden de 300m².

En el anexo 10.4.10. se puede ver el desglose completo de la pintura.

6.11. ELECTRICIDAD.

La partida de electricidad siempre es importante en las construcción, y en este caso también ocurre así. En coste total no está dentro de las partidas más caras pero su importancia radica en la variedad y cantidad de componentes que incluye. En general los componentes eléctricos no son muy caros pero se utilizan gran cantidad de ellos. Resultan destacables las partidas de iluminación, toma de tierra y todo el cableado de diferentes diámetros necesario en la nave.

En el anexo 10.4.11. se puede ver el desglose completo del material e instalaciones eléctricas

6.12. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

Esta partida es una de las más importantes, y contribuye considerablemente al encarecimiento global de la nave. Es una inversión a futuro, ya que inicialmente el desembolso en una maquina de absorción es grande respecto a sistemas de climatización convencionales (los ciclos de compresión mecánica para climatizar la nave rondan los 15.000 €), pero en el largo plazo el consumo prácticamente nulo de electricidad compensa la inversión inicial. La máquina de absorción completa, incluyendo colectores e instalación es de 50.000 €, pero nos suministra calefacción aire acondicionado y agua caliente de forma casi gratuita durante un periodo no inferior a 15 años, de esta forma se justifica su instalación. El resto de la instalación sería común para ambas tecnologías mencionadas, pero son elementos sencillos (tubos aislados térmicamente y difusores de aire) y no suponen un gran coste.

En el anexo 10.4.12. se puede ver el desglose completo de la calefacción y el aire acondicionado

6.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

La instalación de protección contra incendios es una partida no muy grande (del orden de 8000 €). En esta partida, la máxima contribución es aportada por los metros de tubería de acero de diferentes diámetros (unos 6000 €). El resto lo componen el contador, armarios para las mangueras y extintores.

En el anexo 10.4.13. se puede ver el desglose completo protección contra incendios.

6.14. FONTANERÍA.

La fontanería de la nave no supone un gran coste. La instalación es sencilla, con pocos puntos de consumo de agua y bastante concentrados, debido al diseño de la nave. Esto hace que los metros de tubería necesarios se vean reducidos. El total de la fontanería asciende a

unos 5200 € donde las partidas más importantes son los sanitarios (inodoro, lavabos, platos de ducha...) y las tuberías.

En el anexo 10.4.14. se puede ver el desglose completo de la fontanería.

6.15. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO 1: MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	642,69
CAPÍTULO 2: SANEAMIENTOS.....	3667,60
CAPÍTULO 3: CIMENTACIONES Y SOLERAS.....	45662,51
CAPÍTULO 4: ESTRUCTURAS.....	104935,59
CAPÍTULO 5: CERRAMIENTOS, ALBAÑILERÍA, FFB Y FF.....	206005,40
CAPÍTULO 6: SOLADOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS DE TECHOS..	70240,08
CAPÍTULO 7: PARTICIONES DE MADERA.....	770,71
CAPÍTULO 8: CERRAJERÍA, DEFENSAS, CARPINTERÍA METÁLICA Y PPA.....	978,90
CAPÍTULO 9: VENTILACIÓN.....	484,85
CAPÍTULO 10: PINTURAS.....	2399,88
CAPÍTULO 11: ELECTRICIDAD.....	41399,718
CAPÍTULO 12: CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	54480,00
CAPÍTULO 13: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	8089,87
CAPÍTULO 14: FONTANERÍA.....	5259,64

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

MATERIAL.....	545017,78 euros
BENEFICIOS Y GASTOS GENERALES (25%).....	136254,44 euros
TOTAL.....	681272,22 euros
18%IVA.....	122628,99 euros
TOTAL.....	803901,21€

Asciende el resumen del presupuesto de ejecución por contrata a ochocientos tres mil novecientos uno con veintiuno euros, IVA incluido.

6.16. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS SOBRE EL PRESUPUESTO

La primera conclusión que se puede sacar es que el precio por metro cuadrado de un esta nave se sitúa en 572,6 €/m². Es un valor elevado, ya que el precio medio de construcción de una nave industrial oscila entre 350-450 €/m², pero en este caso hay que tener en cuenta que la nave tiene una finalidad comercial, lo que hace necesario subir un escalón en las calidades finales. El acristalamiento y la climatización contribuyen notablemente al encarecimiento de la construcción pero a largo plazo, la eficiencia energética compensará este encarecimiento.



Universidad
Carlos III de Madrid

7. DOCUMENTOS DE SOPORTE

Este capítulo se centra en las necesidades de seguridad y salud que deben darse en la construcción. Se detallan todos los riesgos susceptibles de aparecer, las herramientas a utilizar y como evitar los riesgos y accidentes en cada puesto o zona de trabajo.

También se detalla los recursos materiales que debe poner el constructor a disposición de la obra y de sus trabajadores para cumplir las condiciones de salud higiene y seguridad.

Este es un documento muy importante para la ejecución de la construcción ya que desde el principio se establecen los criterios de seguridad y los recursos materiales que deben estar disponibles, de forma que el constructor conoce sus obligaciones con claridad.

7.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

7.1.1. MEMORIA

7.1.1.1. OBJETO

Dar cumplimiento a las disposiciones del Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

7.1.1.2. ANTECEDENTES

CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El objeto de este Proyecto es la ejecución de una Nave industrial cuyo uso va dirigido a la exposición y venta de artículos diversos.

LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SOLAR

Las obras que son objeto de este Proyecto se encuentran situadas en la Calle Vial-1 del Polígono Industrial de Cubas de la Sagra. El emplazamiento exacto se determina en el plano de situación.

7.1.1.3. DATOS GENERALES DE LA OBRA

DEBERES OBLIGACIONES Y COMPROMISOS

Según los Artículos 14 y 17, en el Capítulo III de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se establecen los siguientes puntos:

1. Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. El citado derecho supone la existencia de un correlativo deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales. Este deber de protección constituye, igualmente, un deber de las Administraciones Públicas respecto del personal a su servicio. Los derechos de información, consulta y participación, formación en materia preventiva, paralización de la actividad en caso de riesgo grave e inminente y vigilancia de su estado de salud, en los términos previstos en la presente Ley, forman parte del

derecho de los trabajadores a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

2. En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con el trabajo.

A estos efectos, en el marco de sus responsabilidades, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos correspondientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta y participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente, vigilancia de la salud, y mediante la constitución de una organización y de los medios necesarios en los términos establecidos en el Capítulo IV de la presente Ley.

El empresario desarrollará una acción permanente con el fin de perfeccionar los niveles de protección existentes y dispondrá lo necesario para la adaptación de las medidas de prevención señaladas en el párrafo anterior a las modificaciones que puedan experimentar las circunstancias que incidan en la realización del trabajo.

El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Las obligaciones de los trabajadores establecidas en esta Ley, la atribución de funciones en materia de protección y prevención a trabajadores o Servicios de la empresa y el recurso al concierto con entidades especializadas para el desarrollo de actividades de prevención complementarán las acciones del empresario, sin que por ello le eximan del cumplimiento de su deber en esta materia, sin perjuicio de las acciones que pueda ejercitar, en su caso, contra cualquier otra persona.

El coste de las medidas relativas a la seguridad y la salud en el trabajo no deberá recaer en modo alguno sobre los trabajadores. Equipos de trabajo y medios de protección.

El empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizarlos. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.

- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

- El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios. Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR. DETERMINACIÓN DEL PROCESO

- Enfoscados de cementos refileados.
- Instalaciones de climatización, saneamiento y electricidad.
- Pintura plástica.

EQUIPOS TÉCNICOS Y MEDIOS AUXILIARES A UTILIZAR O QUE SE PUEDAN PREVER

- RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE MAQUINARIA A UTILIZAR EN LA OBRA:
 - Pala cargadora
 - Camiones
 - Camiones hormigoneras y de bombeo
 - Compresores
 - Maquinillas de elevación
 - Amasadora
- RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE HERRAMIENTAS A UTILIZAR:
 - Sierra circular
 - Vibrador
 - Cortadora de material cerámico
 - Hormigonera
 - Martillos picadores
 - Cizallas
 - Dobladoras
 - Herramientas manuales diversas
- RELACIÓN NO EXHAUSTIVA DE MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA:
 - Andamios colgantes
 - Andamios de borriquetas
 - Viseras de protección
 - Horcas, redes y cuerdas de seguridad
 - Escaleras de mano y fijas
 - Plataformas de entrada y salida de materiales
 - Plataformas de hormigonado de pilares
 - Vallas de obra, de contención y de seguridad
 - Otros medios sencillos de uso corriente

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES. MEDIDAS TÉCNICAS PREVENTIVAS

RIESGOS PROFESIONALES EN GENERAL:

- RIESGOS PERSONALES.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Caída de materiales.
 - Cortes, pinchazos y golpes con herramientas, maquinarias y materiales.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Proyección de partículas a los ojos de cualquier otra parte del cuerpo.
 - Electrocutaciones en el manejo de herramientas y sobre la red.
 - Incendios y explosiones.

- Atropellos y vuelcos.
- Protección de agentes climatológicos.
- Generación de polvo o excesivos gases tóxicos.
- Esguinces y salpicaduras.
- Riesgos generales del trabajo sobre los trabajadores sin formación adecuada y no idóneos para el puesto de trabajo ofertado en ese tajo.

- RIESGOS DE DAÑOS A TERCERO

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a diferente nivel.
- Atropellos.
- Caída de objetos y materiales.

MEDIDAS PREVENTIVAS, PROTECCIONES PERSONALES

- PROTECCIÓN DE LA CABEZA:

- Cascos.
- Pantalla protectora de soldador.
- Gafas antipolvo y contra impactos.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra proyección de partículas.
- Protectores auditivos.

- PROTECCIÓN DEL CUERPO:

- Cinturones de seguridad.
- Monos de trabajo.
- Impermeables.
- Mandril de cuero para soldador.

- PROTECCIÓN DE EXTREMIDADES SUPERIORES:

- Guantes de goma.
- Guantes de cuero y anticorte.
- Equipo protector de soldador.

- PROTECCIÓN DE EXTREMIDADES INFERIORES:

- Botas de seguridad.
- Botas de agua.
- Polainas de cuero para soldador.

MEDIDAS PREVENTIVAS. PROTECCIONES COLECTIVAS. MEDIOS AUXILIARES

- Señales varias en la obra de indicación de peligro.
- Señales normalizadas para el tránsito de vehículos.
- Valla de obra delimitando y protegiendo el centro de trabajo.
- Señalización con cordón de balizamiento en el margen de las rampas de excavación.
- Horcas y redes para el levantamiento de la estructura.
- Redes para trabajos de desencofrado.
- Mallazo para protección en huecos horizontales en forjado.
- Barandillas flexibles en plantas aún encofradas.
- Barandillas rígidas para el resto de las plantas.

- Plataforma de madera cubriendo el espacio entre el edificio las instalaciones del personal.
- Comprobación de que todas las máquinas y herramientas disponen de sus protecciones colectivas.
- Torretas de hormigonado con protecciones adecuadas.
- Pantalla protectora para entrada y salida de materiales.
- Tubos de bajada de escombros.
- Andamios colgantes.
- Tomas de tierra y cuadros eléctricos con diferenciales y magnetotérmicos adecuados.
- Avisador acústico en máquinas de movimiento de tierras.
- Escaleras fijas y portátiles para el acceso del personal.
- Ganchos y anclajes con cable de seguridad para trabajos encubiertas.
- Extintores.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES. MEDIDAS TÉCNICAS, CORRECTIVAS

• ESTRUCTURAS

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas en altura de personas, especialmente en las fases de encofrado, puesta en obra del hormigón y desencofrado.
- Cortes en las manos.
- Pinchazos en manos y pies.
- Caída de objetos a distinto nivel.
- Golpes diversos en manos, pies y cabeza.
- Caídas al mismo nivel por tropiezos, resbalones o cualquier otra causa.
- Electrocuciiones por contacto directo.
- Caída a distinto nivel de herramientas y medios auxiliares.

b) Medidas de seguridad:

- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar su caída.
- Todos los huecos de plantas (patios, huecos, escaleras...) estarán protegidos con barandillas y rodapié.
- El hormigonado de pilares y muros se realizará desde torretas metálicas correctamente protegidas.
- Se cumplirán fielmente las normas de desencofrado, acuñaamiento de pilares, etc.
- Para acceder al interior de la obra se usará siempre el acceso protegido.
- Para el hormigonado del forjado, así como durante su encofrado y montaje, se habilitarán plataformas de trabajo que permitan no pisar las bovedillas.
- Uso correcto del manejo de la grúa.
- Uso correcto de la bomba de hormigonado.
- Uso correcto de la sierra de disco, utilizando siempre las protecciones.
- Una vez desencofrada la planta, los materiales se apilarán de forma ordenada, tanto en las plantas de trabajo como en la que se está desencofrando.
- Cuando la grúa eleve ferralla, el personal no estará debajo de las cargas suspendidas.

-En cuanto a las maderas con puntas, se les deberá quitar las mismas, o en su defecto, apilarla en zonas que no sean de paso obligatorio de personal.

- CERRAMIENTOS

- a) Riesgos más frecuentes:

- Caída del personal que interviene en los trabajos por mal uso o uso inadecuado de los medios auxiliares, tales como andamios o las medidas de protección colectiva.

- Caída de materiales o herramientas empleados en los trabajos.

- b) Medidas de seguridad:

- Uso obligatorio de los elementos de protección personal.

- Instalación de medios de protección colectiva adecuados.

- Nunca efectuarán estos trabajos operarios solos.

- Señalización correcta de las zonas de trabajo.

- Colocación de viseras o marquesinas de protección, con resistencia adecuada.

- CUBIERTAS

- a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas del personal que interviene en los trabajos.

- Caída de materiales desde el tajo.

- Hundimiento de los elementos de la cubierta por exceso de peso en el acopio de materiales.

- b) Medidas de seguridad:

- Para los trabajos en los bordes de los forjados y patios de luces, se instalarán redes de malla elástica sobre el forjado del último piso, convenientemente sujetas a los pilares, igualmente se procederá en los huecos de ventilación y escaleras.

- Para trabajar en cubierta se dispondrán de pasarelas de tránsito, a fin de evitar caídas por hundimiento de bovedillas o similares.

- Los acopios de materiales se harán teniendo en cuenta su inmediata utilización, debiéndose tener la precaución de colocarlos sobre elementos planos que repartan la carga y lo más cerca posible de las vigas del último forjado.

- A nivel de última planta, se colocarán viseras que impidan la caída de materiales que puedan dañar a terceras personas que transiten en planos inferiores.

- En caso de vientos fuertes, lluvias o mal tiempo, se suspenderán estos trabajos.

- ALBAÑILERIA

- a) Riesgos más frecuentes:

- Proyección de partículas al cortar materiales.

- Caída de materiales.

- Trabajo de apertura de rozas;

- Golpes en las manos.

- Proyección de partículas.

- Cortes con la tronzadora.

- Aspiración de polvo.

- Trabajos de guarnecido y enlucidos;

- Caídas al mismo nivel.

- Salpicadura a los ojos de materiales.

- Dermatitis por contacto con las pastas.
- Trabajos de solados y alicatados;
- Proyección de partículas al corte.
- Aspiración de polvo en el corte de materiales.

b) Medidas de seguridad:

- Como norma básica de seguridad para todos estos trabajos se deberá cuidar el orden y la limpieza en cada tajo. Las superficies estarán libres de obstáculos permitiendo un tránsito fluido, lo que evitará golpes y caídas, a la vez que permitirá un mayor rendimiento.

• INSTALACIONES

a) Riesgos más frecuentes:

- En carpintería;
 - Caídas del personal al mismo nivel.
 - Caídas del personal a nivel diferente.
 - Caída de materiales y de objetos en la instalación.
 - Golpes con objetos.
 - Heridas en extremidades superiores e inferiores.
 - Riesgo de contacto directo en las conexiones de las máquinas o herramientas.
 - Ambiente con producción de polvo.
- Acristalamientos:
 - Caída de materiales.
 - Caída de personal al mismo y diferente nivel.
 - Cortes en las extremidades superiores e inferiores.
 - Golpes contra vidrios ya colocados.
- Pintura y barnices:
 - Intoxicación por emanaciones.
 - Explosiones o incendios.
 - Salpicadura en la cara o cuerpo.
 - Caídas al mismo o distinto nivel por uso inadecuado de los medios auxiliares.
- Fontanería
 - Golpes contra objetos.
 - Heridas en las extremidades superiores.
 - Quemaduras por soplete.
 - Explosiones o incendio en los trabajos de soldadura.
- Electricidad:
 - Caídas del personal al mismo nivel.
 - Electrocutaciones.
 - Cortes en las extremidades superiores.
- Trabajos de piedra y marmolistería:
 - Caídas de materiales en el peldañado.
 - Golpes y aplastamientos de dedos.
 - Salpicadura de partículas en los ojos.

b) Medidas de seguridad:

- Carpintería;

- Al comienzo de cada jornada, se comprobará el estado de los medios auxiliares empleados, tales como andamios, cinturones de seguridad, etc.

- Acristalamiento:

- En los vidrios de grandes dimensiones que se coloquen en ventanas y balcones se emplearán ventosas.

- El lugar de almacenamiento deberá estar señalado y libre de otros materiales.

- En el acopio y transporte de vidrios se cuidará que éstos se mantengan en posición vertical.

- La colocación de vidrios se realizará desde dentro del edificio.

- Una vez colocados los cristales, se pintarán para su señalización.

- Se quitarán los fragmentos de vidrios lo antes posible.

- Pintura y barnices:

- Los lugares donde se realicen los trabajos, deberán ventilarse adecuadamente.

- Los recipientes que contengan disolventes se deberán mantener cerrados y alejados del fuego y el calor.

- En instalaciones de fontanería:

- Las máquinas portátiles que se usen serán de doble aislamiento.

- Las válvulas, mangueras y sopletes deberán revisarse periódicamente para evitar fuga de gases.

- Las botellas de gas, deberán retirarse de las proximidades de fuentes de calor y protegerse de la acción del sol.

- Se comprobará el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.

- Instalaciones de electricidad:

- Todas las conexiones deberán realizarse sin tensión.

- En caso de tener que realizar una conexión con tensión, se hará después de comprobar el acabado de la instalación.

- La herramienta manual se revisará periódicamente para evitar golpes y cortes.

- Instalación de televisión y radio:

- La maquinaria portátil que se use tendrá doble aislamiento.

- No se trabajará los días de lluvia, viento o aire en la instalación de la cubierta.

- Marmolistería:

- Se tendrá especial cuidado en el manejo del material para evitar golpes y aplastamientos.

- Se usará inexcusablemente las protecciones de sierras de disco y demás herramientas de corte.

- TRABAJOS DE FERRALLA

- a) Riesgos más frecuentes:

- Heridas.

- Aplastamientos en operaciones de carga y descarga.

- Tropiezos y torceduras entre parrillas.

- Accidentes por roturas en el estirado.

- Roturas en el cable de alimentación a la maquinaria por aplastamiento del acero.

- b) Medidas de seguridad:
- En la elevación a plantes, evitar que los paquetes de hierro pasen por encima del personal, y colocación y atado correcto para este transporte.
 - Almacenamiento ordenado.
 - Desperdicios y recortes se amontonarán y eliminarán de la obra lo antes posible.
- TRABAJOS EN ZANJA
- a) Riesgos más frecuentes:
- Caídas de maquinaria en zanjas.
 - Caídas al mismo nivel a consecuencia de materiales deslizantes.
 - Caída de material desde la maquinaria-
 - Cortes en las extremidades.
 - Atrapamiento de tuberías o elementos auxiliares por mal apilamiento.
 - Atropellos con maquinaria.
 - Vuelco de maquinaria.
- b) Medidas de seguridad:
- Señalización de zonas de trabajo de la maquinaria.
 - Protecciones de zanjas y pozos con barandillas.
 - Ausencia de personal en zona de influencia de las máquinas.
 - Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
 - Mantenimiento de la zona de rodadura en buen estado.
 - Uso del casco de seguridad.
 - Uso de guantes de cuero en manipulación de objetos cortantes.
 - Uso de cremas protectoras.
 - Botas de seguridad con plantillas de acero y plantas deslizantes.
 - Botas de caña alta, de goma.
- MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES
- a) Riesgos más frecuentes:
- Caídas a las zanjas.
 - Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
 - Atropellos causados por la maquinaria.
 - Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.
- b) Medidas de seguridad:
- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
 - Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
 - Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
 - Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
 - Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
 - Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
 - Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.

- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.

- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

• SOLDADURA

Se utilizará soldadura eléctrica y oxiacetilénica.

a) Riesgos más frecuentes:

- Quemaduras por contacto con las piezas.
- Proyección de metal incandescente.
- Incendios.
- Radiaciones ultravioletas e infrarrojas {ceguera, quemaduras} .
- Descargas eléctricas.
- Intoxicación por gases.
- Explosiones al manejar gases licuados.

b) Medidas de seguridad:

- Separación de las zonas de soldaduras, sobre todo en interiores, que deberán estar ventilados si se va a trabajar en ellos de forma continuada.
- Se inspeccionarán diariamente los cables, aislamientos, conductos de gas, etc. (especialmente el aislamiento de la pinza portaelectrodos).
- Las pantallas que se usen deben estar homologadas. Se utilizarán también gafas, polainas, botas y mandiles, evitando el uso de ropa con bolsillos o dobleces hacia arriba.

ELÉCTRICA

- Cuando los trabajos de soldadura se efectúen en locales muy conductores no se emplearán tensiones superiores a 50 v, o en otro caso, la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90 v. En corriente alterna o 150 v. En continua. El equipo de soldadura debe estar colocado en el exterior del recinto en que opera el trabajador.
- En caso de incendios no se echará agua para evitar electrocuciones.
- No se realizarán trabajos a cielo abierto mientras llueva o nieve.
- Se conectará a tierra el equipo.
- Se evitará el contacto de los cables con las chispas desprendidas.
- El elemento eléctrico de suministro debe estar totalmente cerrado.

OXIACETILÉNICA

- Se dispondrán dobles válvulas antirretroceso, manómetros y manorreductores.
- No se empleará grasa en la manipulación de botellas de oxígeno.
- Se evitará el contacto del acetileno con cobre o productos que lo contengan.
- Las botellas se utilizarán en posición vertical y firmemente sujetas.
- Se almacenarán en posición vertical, separadas entre sí, a cubierto de las inclemencias del tiempo y lejos de fuentes de calor o elementos que provoquen chispas o llamas.

• PASARELAS

- Su anchura mínima será de 60 cm. y si están a más de 2 m. de altura, estarán dotadas de barandilla de 90 cm. de altura, con travesaño .intermedio y rodapié de 20 cm.

- El suelo tendrá resistencia suficiente y no será resbaladizo, debiendo estar los tablonos unidos entre sí.

- Se instalarán de forma que no sea posible su caída por basculamiento o deslizamiento, con accesos fáciles y seguros, y se mantendrán libres de obstáculos.

• **ANDAMIOS DE BORRIQUETAS**

Están formados por un tablero horizontal de 60cm de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de V invertida.

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo o distinto nivel.

- Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.

- Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado (Roturas, fallos, cimbreos).

b) Medidas de seguridad:

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.

- Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, para evitar balanceos y otros movimientos indeseables.

- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40cm para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.

- Sobre los andamios sobre borriquetas, sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablonos.

- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenas limitadoras de la apertura máxima, tales, que garanticen su perfecta estabilidad.

- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas, tendrán una anchura mínima de 60cm (3 tablonos trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7cm.

- Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 ó más metros de altura.

- Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES, EN EL ÁMBITO DEL USO DE MAQUINARIA

• **MAQUINARIA EN GENERAL**

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelcos.

- Formación de atmósferas agresivas o molestas.

- Ruido.

- Explosión e incendios.

- Atropellos.

- Caídas a cualquier nivel.

- Contactos con la energía eléctrica.

- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.

- Otros.

b) Medidas de seguridad:

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).

- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.

- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

- Los aparatos de izar a emplear en esta obra estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos.

- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.

- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra.

- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1m de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.

- Semanalmente, el Servicio de Prevención revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa-torre, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello por el fabricante de la máquina.

• PALA CARGADORA

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello.

- Vuelco de la máquina.

- Ruido propio y de conjunto.

b) Medidas de seguridad:

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales en la cuchara.

- Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

- Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

• **RETROEXCAVADORA**

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello.

- Vuelco de la máquina.

- Caída de personas desde la máquina.

- Golpes.

- Ruido propio y de conjunto.

- Vibraciones.

b) Medidas de seguridad:

- No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

- Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha ni con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

- Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales la cuchara.

- Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

- Las máquinas a utilizar en esta obra estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

- A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

• **CAMIÓN BASCULANTE**

a) Riesgos más frecuentes:

- Atropello de personas (entrada, salida, etc).

- Choques contra otros vehículos.

- Vuelco del camión.

- Caída (al subir o bajar de la caja).

b) Medidas de seguridad:

- Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.

- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.

- Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.

- Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.

- Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

• DUMPER

- Este vehículo suele utilizarse para la realización de transportes de poco volumen (masas, escombros, tierras). Es una máquina versátil y rápida.

- Tomar precauciones, para que el conductor esté provisto de carné de conducir clase B como mínimo, aunque no deba transitar por la vía pública.

a) Riesgos más frecuentes:

- Vuelco de la máquina.
- Atropello de personas.
- Choque por falta de visibilidad.
- Caída de personas transportadas
- Golpes con la manivela de puesta en marcha.
- Otros.

b) Medidas de seguridad:

- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.

- Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.

- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70cm sobre las partes más salientes de los mismos.

- La manivela tendrá la longitud adecuada para evitar golpear partes próximas a ella.

- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dumper.

- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.

- Se prohíbe expresamente en esta obra conducir los dumper a velocidades superiores a los 20 km/h.

- Los conductores de dumper de esta obra estarán en posesión del carné de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.

- El conductor del dumper no debe permitir el transporte de pasajeros sobre el mismo, estará directamente autorizado por personal responsable para su utilización y deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, se atenderá al Código de Circulación.

- La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de un manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

• GRUA TORRE

a) Riesgos más frecuentes:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vuelco o caída de la grúa.
- Atropellos durante los desplazamientos por vía.
- Derrame o desplome de la carga durante el transporte.
- Golpes por la carga a las personas o a las cosas durante su transporte aéreo.

b) Medidas de seguridad:

Las grúas-torre se ubicarán en el lugar señalado en los planos que completan este Estudio de Seguridad y Salud.

Las vías de las grúas a instalar en esta obra cumplirán las siguientes condiciones de seguridad:

- Solera de hormigón sobre terreno compacto.
- Perfectamente horizontales (longitudinal y transversalmente), bien fundamentadas sobre una base sólida de hormigón.
- Estarán perfectamente alineados y con una anchura constante a lo largo del recorrido.
- Los raíles serán de la misma sección todos ellos y en su caso con desgaste uniforme.
- Las grúas torre a montar en esta obra estarán dotadas de un letrero en lugar visible, en el que se fije claramente la carga máxima admisible en punta.

- Las grúas-torre a utilizar en esta obra estarán dotadas de la escalerilla de ascensión a la corona, protegida con anillos de seguridad para disminuir el riesgo de caídas.

- Las grúas-torre a utilizar en esta obra estarán dotadas de cable fiador de seguridad, para anclar los cinturones de seguridad a lo largo de la escalera interior de la torre y de la pluma.

- Los cables de sustentación de cargas que presenten un 10% de hilos rotos, serán sustituidos de inmediato, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

- Se prohíbe en esta obra la suspensión o transporte aéreo de personas mediante el gancho de la grúa-torre.

- En presencia de tormenta se paralizarán los trabajos con la grúa-torre, dejándose fuera de servicio en veleta hasta pasado el riesgo de agresión eléctrica.

Al finalizar cualquier periodo de trabajo (mañana, tarde, fin de semana), se realizarán en la grúa-torre las siguientes maniobras:

- Izar el gancho libre de cargas a tope junto al mástil.
- Dejar la pluma en posición veleta.
- Poner los mandos a cero.
- Abrir los seccionadores del mando eléctrico de la máquina (desconectar la energía eléctrica). Esta maniobra implica la desconexión previa del suministro eléctrico de la grúa en el cuadro general de la obra.

- Se paralizarán los trabajos con la grúa-torre en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 km/h.

- El instalador de la grúa emitirá certificado de puesta en marcha de la misma en la que se garantice su correcto montaje y funcionamiento.

DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS COMUNES DE LA OBRA

- Comedor
- Aseos
- Vestuarios

DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS SANITARIOS DE LA OBRA

- Botiquín
- Contrato con una empresa de seguros la cual asigne un hospital a acudir en caso de accidente.

7.2.1.4. SEÑALIZACIÓN RECOMENDADA

PROHIBICION

- PROHIBIDO A PERSONAS UTILIZAR ESTE ASCENSOR
- MONTACARGAS PROHIBIDO A PERSONAS



- PROHIBIDO DEPOSITAR MATERIALES. MANTENER LIBRE EL PASO



- PROHIBIDO APAGAR CON AGUA



- PROHIBIDO APARCAR, SOLO CARGA Y DESCARGA



- PROHIBIDO CONECTAR



- PROHIBIDO ENCENDER FUEGO
- PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS
- PROHIBIDO ENCENDER FUEGO. PELIGRO DE INCENDIO
- PROHIBIDO ENCENDER FUEGO A PARTIR DE ESTE PUNTO



- PROHIBIDO TRABAJAR SIN EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD
- PROHIBIDO MANIPULAR EL DISPOSITIVO DE SEGURIDAD



Imagen 7.1. Señales de Prohibición

OBLIGACIÓN



- OBLIGATORIO CINTURÓN ANTICAIDAS
- NO REALIZAR TRABAJOS A PARTIR DE ESTE PUNTO SIN CINTURÓN DE SEGURIDAD



- USO OBLIGATORIO BOTAS DE AISLANTES
- NO REALIZAR TRABAJOS DENTRO DE ESTA ZONA SIN BOTAS AISLANTES



- USO OBLIGATORIO BOTAS
- USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD
- USO OBLIGATORIO DE BOTAS CON PLANTILLA DE ACERO



- USO OBLIGATORIO DE BOTAS AISLANTES
- USO OBLIGATORIO DE BOTAS DIELECTRICAS



- USO OBLIGATORIO DE CASCO
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA
- USO OBLIGATORIO DE CASCO A PARTIR DE ESTA ZONA
- SE FACILITAN LOS CASCOS PARA SEGURIDAD Y DEBERAN SER UTILIZADOS
- LOS CASCOS SON PARA USARLOS ¡ÚSELOS!



- USO OBLIGATORIO DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD



- DIRECCIÓN OBLIGATORIA



- OBLIGATORIO FUMAR DENTRO DE ESTA ZONA
- ZONA DE FUMADORES



- USO OBLIGATORIO DE GAFAS PROTECTORAS
- USO OBLIGATORIO DE GAFAS EN SOLDADURA ELÉCTRICA
- USO OBLIGATORIO DE GAFAS EN TRABAJOS CON ESMERIL
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OJOS CUANDO SE TRABAJE EN ESTA MÁQUINA
- USE LAS GAFAS, SUS OJOS NO PUEDEN SER REEMPLAZADOS



- USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA



- USO OBLIGATORIO DE GUANTES
- USO OBLIGATORIO DE GUANTES PARA MANIPULAR HIERRO O CHAPA
- USO OBLIGATORIO DE GUANTES PARA TRABAJAR EN ESTA ZONA



- USO OBLIGATORIO DE GUANTES AISLANTES
- USO OBLIGATORIO DE GUANTES AISLANTES PARA TRABAJAR EN ESTA ZONA
- USO OBLIGATORIO DE GUANTES DIELECTRICOS



- OBLIGATORIO LAVARSE LAS MANOS
- LAVAR Y DESINFECTAR LAS MANOS Y HERRAMIENTAS ANTES Y DESPUES DEL TRABAJO



- USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA PARA POLVO Y HUMO
- USO OBLIGATORIO DE MASCARILLA



- USO OBLIGATORIO DE CASCO ANTIRUIDO
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE OIDOS
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE OIDOS A PARTIR DE ESTE PUNTO
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE OIDOS EN ESTA ZONA
- PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE OIDOS EN ESTA MAQUINA
- NO PONER EN MARCHA SIN PROTECTOR DE OIDOS



- USO OBLIGATORIO DE PANTALLA TRANSPARENTE



- OBLIGATORIO ELIMINAR PUNTAS

Imagen 7.2. Señales de Obligación

ADVERTENCIA



- PELIGRO BAJA TEMPERATURA



- PELIGRO BIOLÓGICO



- PELIGRO CAIDA DE OBJETOS



- PELIGRO CARGA SUSPENDIDA
- ATENCIÓN FIJENSE EN LAS CARGAS DE ARRIBA
- AVISO, MANTENERSE ALEJADO DE LAS CARGAS
SUSPENDIDAS



- PELIGRO PASO DE CARRETILLAS
- PRECAUCIÓN TRABAJANDO VEHÍCULOS ELEVADORES



- PELIGRO MATERIAL COMBURENTE



- PELIGRO CORROSIÓN
- PELIGRO ÁCIDO CLORHÍDRICO
- PELIGRO ÁCIDO SULFÚRICO
- PELIGRO ÁCIDO NÍTRICO
- PELIGRO CAÚSTICOS
- LÍQUIDOS CORROSIVOS. PELIGRO SALPICADURAS



- PELIGRO CORRIENTE ESTÁTICA
- ¡ATENCIÓN! CAMPO ELECTROESTÁTICO



- PELIGRO DE EXPLOSIÓN
- PELIGRO MATERIAS EXPLOSIVAS
- MATERIAS EXPLOSIVAS PROHIBIDO EL PASO A TODA PERSONA AJENA AL SERVICIO
- ¡PELIGRO! ZONA DE VOLADURAS



- PELIGRO DE INCENDIO
- PELIGRO ALTAMENTE INFLAMABLE
- PELIGRO LÍQUIDOS INFLAMABLES

Imagen 7.3. Señales de Advertencia

PREVISIONES E INFORMACIONES ÚTILES PARA POSIBLES TRABAJOS POSTERIORES

Si bien el presente Estudio de Seguridad y salud es de obligado cumplimiento.

El Contratista o Constructor podrá modificar el mismo de acuerdo con su organización de la obra, siempre que sus Previsiones Técnicas supongan un incremento de la Seguridad y Salud.

7.1.1.5. CONDICIONES, EMPLEO Y MANTENIMIENTO DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Antes de proceder al desarrollo de este capítulo, se deja constancia que aparte de lo que en él se indica, son de absoluta validez todos los condicionantes enumerados en la memoria

para los diferentes medios de protección, las diferentes instalaciones, maquinarias y medios auxiliares, dándose por tanto transcritos al presente Pliego de Condiciones.

7.1.1.6. CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

Todos los medios y equipos de protección, deberán encontrarse en la obra con la anterioridad suficiente para que permita su instalación antes de que sea necesaria su utilización.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un período de vida útil, desechándolos a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega. Para ello deberán ser revisados periódicamente de forma que puedan cumplir eficazmente con su función.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, (por ejemplo, un accidente) deberá ser repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de un equipo o una prenda de protección, nunca será un riesgo en sí mismo.

La maquinaria dispondrá de todos los elementos de seguridad y prevención establecidos, y serán manejadas por personal especializado. Así mismo, serán sometidas a revisiones periódicas y en caso de detectar alguna avería o mal funcionamiento, se paralizarán hasta su resolución.

7.1.2.7. PROTECCIONES PERSONALES

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74) siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no existan Normas de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones, y a ser posible homologadas en cualquier país de la C.E.E.

7.1.2.8. PROTECCIONES COLECTIVAS

- Vallas autónomas de limitación: Tendrán como mínimo 90 cm. de altura, estando construidas a base de tubos metálicos.

- Pasillos de seguridad: Podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablonos embridados, firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonos. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea que puedan caer, pudiéndose colocar, de ser necesario, elementos amortiguadores sobre la cubierta.

- Redes perimetrales: La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral se hará mediante la utilización de pescantes tipo horca.

En el extremo inferior de la red se anclará a horquillas de hierro embebidas en el forjado. Las redes serán de poliamida y protegerán las plantas de trabajo. La cuerda de seguridad será

como mínimo de 10 mm de diámetro y los módulos de red serán atados entre sí con cuerda de poliamida de un diámetro mínimo de 3 mm

Se protegerá el encofrado mediante redes de la misma calidad, ancladas al perímetro de los forjados.

- Redes verticales: En procesos verticales de cajas de escaleras, clausura de acceso a planta desprotegida, voladizos de balcones, etc. se emplearán redes verticales ancladas a cada forjado.

- Redes horizontales: Se colocarán para proteger la posible caída de objetos en patios.

- Mallazos: Los huecos interiores se protegerán con mallazo de resistencia y malla adecuada.

- Barandillas: Las barandillas rodearán el perímetro de las plantas desencofradas así como el de sus patios y huecos interiores. Deberán tener la resistencia suficiente para garantizar la retención de personas.

- Cables de sujeción de cinturón de seguridad y sus anclajes: Estos elementos tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con la función a que se destinan. Especialmente se cuidarán los anclajes, los cuales serán revisados periódicamente.

- Plataformas de trabajo: Tendrán un ancho mínimo de 60 cm. y las situadas a una altura superior a 2 metros, estarán dotadas de barandillas de 90 cm. de altura, listón intermedio y rodapié.

- Escaleras de mano: Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes y su altura debe superar en un mínimo de 60 cm. el nivel de desembarco.

- Plataformas voladas: Tendrán suficiente resistencia para la carga que deban soportar. Estarán ancladas convenientemente y dotadas de barandillas de seguridad.

- Extintores: Serán de polvo polivalente A. B. C. E.

7.1.2.9. ÓRGANOS DE SEGURIDAD E HIGIENE

SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD E HIGIENE

Este servicio técnico de seguridad e higiene del que dispondrá la empresa asesorará a la misma en materia de su competencia, organizará la formación de la plantilla y demás temas.

SERVICIOS MÉDICOS

La empresa constructora dispondrá de un servicio médico de empresa propio o mancomunado. Este servicio médico, será el encargado de velar por las condiciones higiénicas que debe reunir el centro de trabajo, tales como:

- Condiciones ambientales higiénicas de la obra.

- Higiene del personal de la obra mediante reconocimientos previos, vigilancia de salud, baja y alta durante la obra.

- Asesoramiento y colaboración en temas de higiene y en la formación de socorristas y aplicación de primeros auxilios.

INSTALACIONES MÉDICAS

En la obra existirá al menos un botiquín de urgencias, dicho botiquín estará señalizado de forma adecuada. Su contenido será lo dispuesto en la normativa vigente.

Contendrá como mínimo, el material siguiente: alcohol de 90°, agua oxigenada, tintura de yodo, mercurocromo, amoníaco, gasa estéril, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo,

antiespasmódicos, analgésicos y tónicos cardíacos de urgencia, torniquete, bolsas de goma para agua o hielo, guantes esterilizados, jeringuillas y termómetro clínico. Serán repuestos inmediatamente los artículos consumidos, y el contenido del botiquín será comprobado quincenalmente.

VIGILANTE DE SEGURIDAD Y COMITÉ DE SEGURIDAD E HIGIENE

Se deberá nombrar un vigilante de seguridad de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza General de Seguridad -Art. 9-.

Será el miembro del Comité de seguridad, que delegado por el mismo, vigile de forma permanente el cumplimiento de las medidas de seguridad e higiene tomadas en la obra.

Este informará al comité de las anomalías observadas y será la persona encargada de hacer cumplir la normativa de seguridad estipulada en la obra.

La categoría del vigilante será al menos de Oficial y tendrá tres años de antigüedad en la empresa, siendo por lo tanto trabajador fijo de plantilla.

Se constituirá el comité cuando el número de trabajadores supere el previsto en la Ordenanza Laboral de construcción, o en su caso lo que disponga el convenio colectivo provincial. Estará formado por un técnico cualificado en materia de seguridad e higiene, que representará a la dirección de la empresa, y dos trabajadores pertenecientes a las categorías profesionales u oficios que más intervengan a lo largo del desarrollo de la obra, y un vigilante de seguridad, elegido por sus conocimientos y competencia profesional en materia de seguridad e higiene.

Las funciones de este comité serán las estipuladas en el art. 8º de la Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo y con arreglo a esta obra se hace específica incidencia en lo siguiente:

- Reunión obligatoria al menos una vez al mes.
- Se encargará del control y vigilancia de las normas de seguridad e higiene estipuladas con arreglo al presente estudio.
- Como consecuencia inmediata de lo anteriormente expuesto, comunicará sin dilación al Jefe de Obra las anomalías observadas en esta materia.

En cualquier caso, tanto el Vigilante de Seguridad como el Comité velarán y serán responsables de la seguridad en la obra, haciendo que se cumpla lo estipulado en esta materia y poniendo en conocimiento de la Dirección Facultativa cualquier anomalía o incumplimiento.

INSTALACIONES PROVISIONALES DE HIGIENE Y SEGURIDAD

• COMEDORES.

No es necesario

• VESTUARIOS.

En caso de necesidad el vestuario dispondrá de taquillas individuales con llave y asientos.

• ASEOS

Cuando la actividad o la salubridad lo requieran se dotarán servicios higiénicos con lavabos (uno por cada 10 trabajadores), duchas con agua fría y caliente (una por cada 10 trabajadores), WC (uno por cada 25 usuarios), urinarios (uno por cada 25 trabajadores), espejos, toallas o secadores, jabón, papel higiénico.

Se recomienda para satisfacer estas necesidades el arrendamiento de una caseta de obra la cual incluya estos servicios.

LIBRO DE INCIDENCIAS

Deberá existir en el centro de trabajo un libro de incidencias facilitado por el Colegio al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, en el cual podrán anotar la inobservancia de las : instrucciones y recomendaciones del plan de seguridad, la dirección facultativa, los representantes del constructor o contratista principal y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, representantes de los trabajadores y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia.

El coordinador deberá remitir en el plazo de veinticuatro horas la copia correspondiente a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificarán dichas anotaciones al contratista ya los representantes de los trabajadores.

7.1.2.10. PREVISIONES DEL CONSTRUCTOR

PREVISIONES TÉCNICAS

Si bien el presente proyecto de seguridad es de obligado cumplimiento, el contratista podrá modificar el mismo de acuerdo con su organización de la obra, siempre que sus previsiones técnicas supongan un incremento de la seguridad e higiene.

Para ello, está obligado a redactar un Plan de seguridad e higiene, adaptando este proyecto a sus medios. Dicho plan deberá ser autorizado por la dirección técnica correspondiente.

PREVISIONES ECONÓMICAS

Los cambios que introduzca en contratista o constructor en el presente proyecto de seguridad, tanto en los medios como equipos de protección y sean aprobados por la dirección facultativa, se presupuestarán, previa la aceptación de los precios correspondientes, sobre las mediciones reales de obra, siempre que no impliquen variación del importe total del presupuesto del Proyecto de seguridad.

CERTIFICACIONES

Las certificaciones del presupuesto de seguridad, se abonarán conjuntamente y como certificaciones complementarias a las certificaciones de obra, todo de acuerdo con el contrato de obra y siendo responsable la dirección facultativa de las liquidaciones hasta su saldo final.

PREVISIONES EN LA IMPLANTACIÓN DE LOS MEDIOS DE SEGURIDAD

El montaje, desmontaje y mantenimiento de los sistemas de seguridad, especialmente aquellos que ofrezcan algún peligro, deberá ejecutarse con las máximas medidas de seguridad, a fin de evitar posibles accidentes.

7.2.2. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

7.2.2.1. PRESUPUESTOS PARCIALES

- **INSTALACIONES Y SERVICIOS DEL PERSONAL**

- Caseta de obra (Suponiendo ésta dotada de dos duchas, dos WC, un lavabo, mesas, sillas, hornillo para cocinar y una taquilla por operario. Contando con un máximo de 20 operarios para la ejecución de la obra, y un periodo de ejecución de 5 meses).

Precio..... 350 €/mes

• PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización y protección contra incendios

Banderas, luces, carteles, etc. 5 Extintores de “polvo polivalente”, para instalar en la caseta y en sendos puntos de la obra.

Precio..... 400 €

- Protecciones eléctricas

Cuadro eléctrico

Precio..... 420 €

2 Interruptores diferenciales a 200 €

Precio..... 400 €

Toma de tierra y conservación

Precio..... 600 €

Limpieza de obra y conservación de las protecciones

1 peón x 4h/semana x 5 meses x 8 €

Precio..... 160 €

• PROTECCIONES PERSONALES

- 20 pares de botas de seguridad a 25 €/u

Precio..... 500 €

- 20 cinturones de seguridad a 22 €/u

Precio..... 440 €

- 20 monos de trabajo normales a 35 €/u

Precio..... 700 €

- 20 cascos de seguridad a 15 €/u

Precio..... 300 €

- 20 pares de guantes (diferentes tipos) a 18 €/u

Precio..... 360 €

- 20 gafas de protección a 17 €/u

Precio..... 340 €

- Otro material complementario

Precio..... 1000 €

• SERVICIOS MÉDICOS

- 20 revisiones (reconocimiento de ingreso)

Precio..... 600 €

- 2 botiquines y reposición de material fungible y de primeros auxilios

Precio..... 525 €

- 5 atenciones de primeras curas a accidentados, incluido transporte

Precio..... 300 €

• SERVICIO DE HIGIENE Y SEGURIDAD

- Estudio de seguridad y salud

Precio..... 835 €

- Vigilante de Seguridad 8h x 31 días x 5 meses x 10 €/h

Precio..... 12400 €

- Técnico de Seguridad

Precio..... 1950 €

7.2.2.2. RESUMEN Y PRESUPUESTO GENERAL

INSTALACIONES Y SERVICIOS DEL PERSONAL	1750 €
PROTECCIONES COLECTIVAS	1980 €
PROTECCIONES PERSONALES	3640 €
SERVICIOS MEDICOS	1425 €
SERVICIO DE SEGURIDAD Y SALUD	15185 €
TOTAL PRESUPUESTO	23980€

Tabla 7.1. Resumen presupuesto de seguridad y salud (A cargo del constructor)



Universidad
Carlos III de Madrid

8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

8.1. CONCLUSIONES

La principal conclusión que se extrae del presente proyecto es que se ha diseñado y calculado una nave industrial de estructura metálica y cimentaciones de hormigón armado destinada a la exposición y venta de muebles.

Las características principales de este proyecto son:

-Con este proyecto se ha conseguido ofrecer al cliente una solución tipo “llave en mano” en la cual al concluir la construcción de la nave ésta está lista para comenzar la actividad comercial de inmediato

-La nave está ubicada en las proximidades de Madrid y en ella se llevará a cabo la exposición y venta de mobiliario en general. Está compuesta por un único cuerpo de 1400m2 aproximadamente y con cubierta a dos aguas no simétrica.

-La solución constructiva adoptada ha sido un estructura de cubierta metálica, formada por cerchas trianguladas americanas a dos aguas no simétricas, arriostradas longitudinalmente y calculadas de acuerdo con los requisitos estructurales que establece el CTE. Dicha estructura de cubierta está soportada por pilares acartelados de acero laminado, dispuestos sobre su correspondiente placa de anclaje embebida en la zapata de hormigón.

-Las fachadas acristaladas forman parte de las especificaciones del cliente, para garantizar una imagen comercial determinada, este requisito introdujo problemas para determinar la forma optima de fijar los vidrios y a la hora de climatizar. Se opto por una solución vistosa e imaginativa para su fijación y se seleccionaron los vidrios con mejores coeficientes globales de transferencia de calor para solucionar el problema de la climatización.

-Las instalaciones cumplen con la normativa vigente y han sido diseñadas para cumplir con los requisitos y especificaciones del cliente al igual que la distribución interior.

-Finalmente la nave alcanza un presupuesto de 803901,21 €, lo que supone un coste de unos 572,6 €/m2 encarecido principalmente por la fachada acristalada y la climatización con energía renovable.

-Todos los datos, soluciones constructivas, detalles y precios se han obtenido de libros y documentos usados por las empresas del sector. Esto ha requerido un trabajo de búsqueda y petición de información a diferentes empresas, fabricantes, etc.

-Se ha aprendido a manejar, de forma totalmente autodidacta, uno de los principales códigos comerciales para el cálculo de estructuras utilizado en las principales empresas de Ingeniería: CYPE-Ingenieros, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación vigente.

8.2 TRABAJOS FUTUROS

Entre los trabajos a los que podría dar lugar el presente proyecto se destacan los siguientes:

- Calcular las uniones soldadas de las que consta la estructura.
- La instalación de un puente grúa.
- Analizar el comportamiento dinámico de la estructura, debido a la presencia de sismos.
- Realizar un análisis económico exhaustivo, incluyendo análisis de riesgo, amortizaciones y tiempo estimado de retomo.
- Diseño de la estructura en otro material: hormigón prefabricado, materiales compuestos u otros y comparar económicamente.
- Estudio de otro tipo de solución constructiva (pórtico de inercia variable).
- Modificación de la cimentación (cimentaciones profundas tipo pilotes para situaciones de suelo firme a gran profundidad).



Universidad
Carlos III de Madrid

9. BIBLIOGRAFÍA

9.1. TEXTOS CONSULTADOS

- [1] “Elasticidad y Resistencia de Materiales” Luís Ortiz Berrocal. 3º Edición. Mc. Graw-Hill. 2007
- [2] “Mecánica Vectorial para Ingenieros” Beer, F. y Johnston, E. R. (Estática Tomo I) Mc. Graw-Hill. 2006.
- [3] “CYPE 2008: Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D” Antonio Manuel Reyes. Ed: Anaya Multimedia. 2008.
- [4] “El arte de proyectar en arquitectura” Ernst Neufert. 14º Edición. Gustavo Gili S.A. 1995
- [5] “Apuntes de la asignatura Ingeniería Estructural”. Ingeniería Superior Industrial, 4º Curso, 2º Cuatrimestre. Universidad Carlos III de Madrid. 2010
- [6] “Apuntes de la asignatura Calor y Frio Industrial”. Ingeniería Superior Industrial, 5º Curso, 2º Cuatrimestre. Universidad Carlos III de Madrid. 2011.
- [7] “La estructura metálica hoy” Ramón Argüelles Álvarez. Ed: Librería Técnica Bellisco 1975-1987.
- [8] “Estructuras metálicas para edificación: adaptado al CTE” Jose Monfort Lleonart. Ed: UPV. 2006.
- [9] “Monografía CTE, Seguridad Estructural Acero” Ed. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectura de España.2009
- [10] “Monografía CTE, Ahorro de Energía” Ed. Consejo Superior de los Colegios de Arquitectura de España. 2010

9.2. PÁGINAS WEB CONSULTADAS

- [P1] www.cype.es. Página web oficial del código comercial CYPE Ingenieros. (Consultada varias veces entre junio y septiembre de 2011)
- [P2] www.codigotecnico.org. Página web oficial sobre el Código Técnico de la Edificación. (Consultada en mayo de 2011)
- [P3] www.construnario.com. Página web de catálogos de fabricantes y soluciones constructivas. (Consultada varias veces entre septiembre y noviembre de 2011)
- [P4] Biblioteca.uc3m.es. Página oficial de la Biblioteca de la Universidad Carlos III de Madrid. (Consultada en mayo de 2011)

9.3. NORMAS Y REGLAMENTOS CONSULTADOS

En la ejecución del presente proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentos:

1. Código Técnico de la Edificación. Actualizado a febrero de 2008. Texto modificado por RD 1371/2007, de 19 de octubre (BOE 23/10/2007) y corrección de errores (BOE 25/01/2008).
2. Reglamento Eléctrico de Baja Tensión (REBT) Real Decreto 842/2002
3. Norma subsidiaria de Cubas de la Sagra
4. Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de Madrid.
5. Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios. RITE. Real Decreto 1027/2007

Nota: La fecha de consulta de esta normativa es durante Mayo y noviembre de 2011

9.4. NORMATIVA PARA QUE LA NAVE CUMPLA LOS REQUISITOS.

9.4.1. REFERENCIAS GENERALES

[1] Código Técnico de la Edificación

Real Decreto 1675/2008, de 17 de octubre, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 18-OCT-2008

[2]CTE-DB-SE Seguridad estructural general: Aplicable a todo tipo de edificios incluso los de carácter provisional (Art. 1.1.2 (DB-SE)

[3]CTE-DB-SE-A Seguridad estructural. Acero: Se excluyen puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques o elementos específicos (Art. 1.1.1 DB-SE-A).

[4]CTE-DB-SE-AE Acciones en la edificación: Se excluyen acciones sobre aparatos elevadores, puentes grúa, silos o tanques. (Art. 1.1.1 DB-SE-AE)

[5]CTE-DB-SE-C Cimientos: Se incluyen las cimentaciones de todos los edificios

[6]CTE-DB-SE-F Fábricas: Aplicable a todo tipo de edificios

[7]Ordenación de la edificación

LEY 38/1999, de 5 de noviembre, de la Jefatura del Estado

B.O.E.: 6-NOV-1999

[8]Certificación energética de edificios de nueva construcción

REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 31-ENE-2007

[9]AISLAMIENTO TÉRMICO

DB-HE-Ahorro de Energía. Código Técnico de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 28-MAR-2006

[10]CALEFACCIÓN, CLIMATIZACIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA

Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 29-AGO-2007

[11]Criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano

REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 21-FEB-2003

[12]Electricidad

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones Técnicas

Complementarias (ITC) BT 01 a BT 51

REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, del Ministerio de Ciencia y Tecnología

B.O.E.: suplemento al nº 224, 18-SEP-2002

Anulado el inciso 4.2.C.2 de la ITC-BT-03 por:

SENTENCIA de 17 de febrero de 2004 de la Sala Tercera del Tribunal Supremo

B.O.E.: 5-ABR-2004

Autorización para el empleo de sistemas de instalaciones con conductores aislados bajo canales protectores de material plástico

RESOLUCIÓN de 18 de enero 1988, de la Dirección General de Innovación Industrial

B.O.E.: 19-FEB-1988

Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias EA-01 a EA-07

REAL DECRETO 1890/2008, de 14 de noviembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio

B.O.E.: 19-NOV-2008

[13] Protección contra incendios

DB-SI-Seguridad en caso de Incendios

REAL DECRETO 110/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 12-FEB-2008

[14] Cubiertas

DB HS-1. Salubridad. Código Técnico de la Edificación.

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 28-MAR-2006

[15] Aislamiento acústico

DB HR. Protección frente al ruido

REAL DECRETO 1371/2007, de 19 de octubre, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 23-OCT-2007

[16] Seguridad y salud en las obras de construcción.

Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción

REAL DECRETO 327/2009, de 13 de marzo, del Ministerio de Trabajo e Inmigración

B.O.E.: 14-MAR-2009

[17] Seguridad de utilización

DB-SU-Seguridad de utilización. Código Técnico de la Edificación,

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 28-MAR-2006

[18] Barreras arquitectónicas

Real Decreto por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones.

REAL DECRETO 505/2007, de 20 de abril, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 11-MAY-2007

[19] Instrucciones y pliegos de recepción

Instrucción para la recepción de cementos "RC-08"

REAL DECRETO 956/2008, de 6 de junio, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 19-JUN-2008

[20] Medio ambiente

Calidad del aire y protección de la atmósfera

LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de Jefatura del Estado

B.O.E.: 16-NOV-2007

Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia

B.O.E.: 13-FEB-2008

9.4.2. ESPECIFICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID

[21] **Medidas para la calidad de la edificación**

LEY 2/1999, de 17 de marzo, de la Presidencia de la Comunidad de Madrid

B.O.C.M.: 29-MAR-1999

[22] **Libro del Edificio**

DECRETO 349/1999, de 30 de diciembre, de la Consejería de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes de la Comunidad de Madrid

B.O.C.M.: 14-ENE-2000

[23] **Normas sobre documentación, tramitación y prescripciones técnicas de las instalaciones interiores de suministro de agua.**

ORDEN 1307/2002, de 3 de abril, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica

B.O.C.M.: 11-ABR-2002

[24] **Promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.**

Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas

Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno

B.O.C.M.: 24-ABR-2007

[25] **Evaluación ambiental**

Art. 20 de la Ley 3/2008, de 29 de diciembre, de Medidas Fiscales y administrativas

B.O.C.M.: 30-DIC-2008

[26] **Requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción**

ORDEN 2988/1988, de 30 de junio, de la Consejería de Economía y Empleo de la Comunidad de Madrid

B.O.C.M.: 14-JUL-1998

9.4.3. CONDICIONES A CUMPLIR. NORMAS URBANÍSTICAS DE CUBAS DE LA SAGRA.

En el CAPITULO 10.9 de la Norma Urbanística de Cubas de la Sagra, titulado “ZONA 8 (18) POLIGONO INDUSTRIAL LAS ARROYADAS” se encuentran una serie de condiciones a cumplir por orden del ayuntamiento del municipio. A continuación se hace un resumen de las que se aplican sobre esta construcción en cuestión.

SECCION 1 GENERALIDADES

Art. 10.9.2 GRADOS

- Grado 3º **Nave exenta.** Corresponde a instalaciones sobre parcela de tamaño medio/grande capaces de alojar edificaciones exentas.

Art. 10.9.3 OBRAS PERMITIDAS

Se permiten todo tipo de obras. Las obras de ampliación de edificaciones existentes cumplirán con los parámetros de las presentes Normas.

SECCION 2 CONDICIONES DE LA PARCELA

Art. 10.9.4 TAMAÑO DE PARCELA

El tamaño de parcelas edificables será para cada grado:

M² TAMAÑO DE PARCELA		
Identificación	Mínimo	Máximo
Grado 1. Nave Nido	3.000	30.000
Grado 2 Nave adosada	500	2.000
Grado 3 Nave exenta	1.000	35.000
Grado 4 Industria Especial	10.000	Libre

Tabla 9.1. Tamaños máximos y mínimos de parcela según grado

Art. 10.9.5 FRENTE MINIMO

Para cada grado el frente mínimo de parcela para nuevas agregaciones o segregaciones será de:

FRENTE MINIMO DE PARCELA		
Identificación	Mínimo	Resto
Grado 1. Nave Nido	35 m	Libre
Grado 2 Nave adosada	15 m	25 m
Grado 3 Nave exenta	25 m	40 m
Grado 4 Industria Especial	25 m	Libre

Tabla 9.2. Frente mínimo de parcela

SECCION 3 CONDICIONES DE POSICION Y VOLUMEN

Art. 10.9.6 ALINEACIONES Y RASANTES

Las alineaciones de la edificación serán libres dentro de la parcela, excepto que el Plan Parcial establezca otras determinaciones; en cualquier caso deberán cumplirse los retranqueos mínimos establecidos

Art. 10.9.7 RETRANQUEOS

Los retranqueos mínimos establecidos para cada grado, tanto para las edificaciones sobre rasante, como bajo rasante serán:

RETRANQUEOS MINIMOS		
Identificación	Frente	Resto
Grado 1. Nave Nido	5,50	5,50 *
Grado 2 Nave adosada	4,00	5,00 *
Grado 3 Nave exenta	8,00	5,00 **
Grado 4 Industria Especial	20,00	15,00

* Se admite adosamiento a linderos o entre medianeras

** Se admite adosamiento a 1 lindero lateral con acuerdo entre propietarios o promoción conjunta.

Tabla 9.3. Retranqueos mínimos

En el caso de edificaciones existentes con anterioridad a la aprobación definitiva de las presentes normas o en las áreas con parcelaciones aprobadas con anterioridad, el retranqueo admisible será el existente si es menor que aquel o el consignado en el proyecto de parcelación.

Art. 10.9.8 OCUPACION MAXIMA DE PARCELA

La ocupación máxima de parcela en obra de nueva planta o ampliación será:

OCUPACION MAXIMA	
Grado 1. Nave Nido	50 %
Grado 2 Nave adosada	60 %
Grado 3 Nave exenta	60 %
Grado 4 Industria Especial	35 %

Tabla 9.4. Ocupación máxima

En obras de rehabilitación o reforma será el existente si es superior a aquel; del mismo modo en el caso de edificaciones existentes con anterioridad a la aprobación definitiva de las presentes normas o en las áreas como parcelaciones aprobadas con anterioridad, la ocupación admisible será la existente si es menor que aquel o la consignada en el proyecto de parcelación.

Art. 10.9.9 SUPERFICIE MAXIMA CONSTRUIBLE

La edificabilidad máxima sobre parcela neta en obras de Nueva Planta y ampliación será para cada grado.

EDIFICABILIDAD MAXIMA	
Grado 1. Nave Nido	0,70 m ² /m ²
Grado 2 Nave adosada	0,70 m ² /m ²
Grado 3 Nave exenta	0,60 m ² /m ²
Grado 4 Industria Especial	0,40 m ² /m ²

Tabla 9.5. Edificabilidad máxima

Art. 10.9.10 ALTURA MAXIMA DE LA EDIFICACION

La altura máxima de la edificación desde la rasante del terreno a la línea de cornisa será:

ALTURA MAXIMA	
Grado 1. Nave Nido	9 m
Grado 2 Nave adosada	9 m
Grado 3 Nave exenta	12 m
Grado 4 Industria Especial	12 m

Tabla 9.6. Altura máxima a cornisa

Dichas alturas podrán rebasarse con instalaciones mecánicas para el proceso productivo.

En todos los casos la actividad productiva y de almacenamiento deberá desarrollarse en una única planta, pudiéndose disponer en planta primera las áreas administrativas y de servicio complementarias del proceso productivo. En planta sótano únicamente se admitirá el uso de garaje.

Art. 10.9.11 ALTURA LIBRE DE PLANTAS

La altura libre de la edificación garantizará en cualquier caso unos mínimos de:

- 2,60 m en las áreas administrativas y de servicio.
- 4,50 m libre de obstáculos en las áreas de uso industrial.

SECCION 4 CONDICIONES ESTETICAS PARTICULARES

Art. 10.9.17 CONDICIONES ESTETICAS

Las naves presentarán siempre en todos sus parámetros calidad de obra terminada.

El proyecto de edificación deberá incluir la ordenación total de la parcela, definiendo accesos, aparcamientos, zonas de carga y descarga y zonas ajardinadas.

La parcela deberá estar arbolada en la proporción de un árbol por cada ciento cincuenta metros (150 m) de parcela.

Art. 10.9.18 CONDICIONES DE LOS CERRAMIENTOS

En los linderos el cerramiento no sobrepasará la altura de dos metros y medio (2,5 m) y estará formado por un muro de ladrillo o bloque hasta una altura máxima de un metro y medio (1,5 m) y malla y reja hasta la altura total.



Universidad
Carlos III de Madrid

10. ANEXOS

10.1. PLANOS

<u>TÍTULO DEL PLANO:</u>	<u>CÓDIGO:</u>
PLANTA DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	F-P1-1
PLANTA DISTRIBUCIÓN Y TABIQUES.....	F-P2-1
PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	F-P2-2
PLANO VISTA EN 3D Y PLACAS DE ANCLAJE.....	F-P3-1
PORTICO HASTIAL Y FACHADA LATERAL.....	F-P3-2
PLANO PORTICO TIPO DE LA ESTRUCTURA.....	F-P3-3
PLANO DE CUBIERTA.....	F-P3-4
PLANO DE FACHADAS.....	F-A4-1
PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DESAGÜES.....	F-P6-1
ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN.....	F-P6-2
INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	F-P8-1
INSTALACIÓN SANEAMIENTOS Y DESAGÜES.....	F-P9-1
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACION.....	F-P10-1
SINÓPTICO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	IE
CARPINTERÍA.....	CP
PUESTA TIERRA.....	PT

10.2. REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA DE LAS SOLDADURAS

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

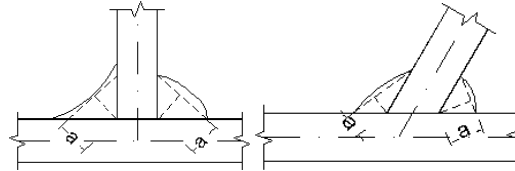
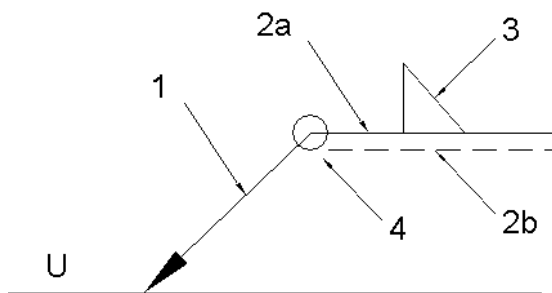


Imagen 10.1. Ejemplos de representación

L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

Método de representación



Referencias:

1: línea de la flecha

2a: línea de referencia (línea continua)

2b: línea de identificación (línea a trazos)

3: símbolo de soldadura

4: indicaciones complementarias

U: Unión

Imagen 10.2. Referencias en los corones

Referencias 1, 2a y 2b

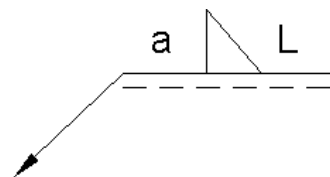


Imagen 10.3. Descripción de referencias. El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha

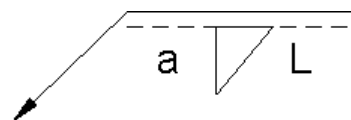


Imagen 10.4. Descripción de referencias. El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

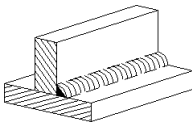

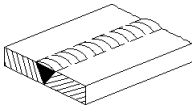

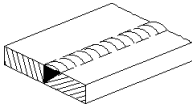

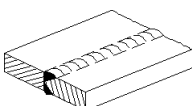

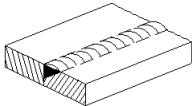

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		

Tabla 10.1. Referencias de las soldaduras. Simbología

Referencia 4

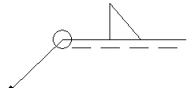
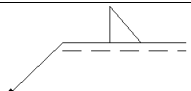
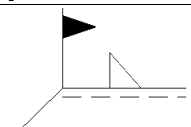
Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

Tabla 10.2. Representación de las soldaduras

10.3. TABLAS Y RESULTADOS DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL CON CYPE 2008.

10.3.1. GEOMETRÍA

10.3.1.1.- NUDOS

Referencias:

D_x, D_y, D_z : Desplazamientos prescritos en ejes globales.

q_x, q_y, q_z : Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Referencia	Nudos									Vinculación interior
	Coordenadas			Vinculación exterior						
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N225	24.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N226	24.000	0.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N227	24.000	26.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N228	24.000	26.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N229	24.000	8.000	12.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N230	24.000	0.889	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N231	24.000	0.889	8.444	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N232	24.000	1.778	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N233	24.000	1.778	8.889	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N235	24.000	2.667	9.333	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N236	24.000	3.556	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N237	24.000	3.556	9.778	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N238	24.000	4.444	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N239	24.000	4.444	10.222	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N240	24.000	5.333	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N241	24.000	5.333	10.667	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N242	24.000	6.222	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N243	24.000	6.222	11.111	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N244	24.000	7.111	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N245	24.000	7.111	11.556	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N246	24.000	8.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N247	24.000	25.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N248	24.000	25.000	8.222	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N249	24.000	24.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N250	24.000	24.000	8.444	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N252	24.000	23.000	8.667	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N253	24.000	22.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N254	24.000	22.000	8.889	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N255	24.000	21.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N256	24.000	21.000	9.111	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N257	24.000	20.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N258	24.000	20.000	9.333	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N259	24.000	19.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N260	24.000	19.000	9.556	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N261	24.000	18.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N262	24.000	18.000	9.778	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N263	24.000	17.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N264	24.000	17.000	10.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N265	24.000	16.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N266	24.000	16.000	10.222	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N267	24.000	15.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N268	24.000	15.000	10.444	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N269	24.000	14.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N270	24.000	14.000	10.667	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N271	24.000	13.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N272	24.000	13.000	10.889	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N274	24.000	12.000	11.111	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N275	24.000	11.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N276	24.000	11.000	11.333	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N277	24.000	10.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N278	24.000	10.000	11.556	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N279	24.000	9.000	8.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N280	24.000	9.000	11.778	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Tabla 10.3. Relación de nudos del pórtico 5

10.3.1.2- BARRAS

Descripción

Referencias:

Ni: Nudo inicial

Nf: Nudo final

β_{xy} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'

β_{xz} : Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'

Descripción						
Barra (N1/NF)	Pieza (N2/NF)	Material	Perfil(Serie)	Longitud (m)	P _{av}	P _{av}
N225/N226	N225/N226	Acero (S275)	HEB-200 (HEB)	8.00	0.50	0.50
N227/N228	N227/N228	Acero (S275)	HEB-200 (HEB)	8.00	0.50	0.50
N226/N231	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N231/N233	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N233/N235	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N235/N237	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N237/N239	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N239/N241	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N241/N243	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N243/N245	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N245/N229	N226/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N228/N248	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N248/N250	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N250/N252	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N252/N254	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N254/N256	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N256/N258	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N258/N260	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N260/N262	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N262/N264	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N264/N266	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N266/N268	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N268/N270	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N270/N272	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N272/N274	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N274/N276	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N276/N278	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N278/N280	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N280/N229	N228/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N226/N230	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N230/N232	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N232/N234	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N234/N236	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N236/N238	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N238/N240	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N240/N242	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N242/N244	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N244/N246	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N246/N279	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N279/N277	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N277/N275	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N275/N273	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N273/N271	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N271/N269	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N269/N267	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N267/N265	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N265/N263	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N263/N261	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N261/N259	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N259/N257	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N257/N255	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N255/N253	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N253/N251	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N251/N249	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N249/N247	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N247/N228	N226/N228	Acero (S275)	IPN-300 (IPN)	1.00	0.50	0.50
N230/N231	N230/N231	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.44	0.50	0.50
N232/N231	N232/N231	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.99	0.50	0.50
N232/N233	N232/N233	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N234/N233	N234/N233	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.26	0.50	0.50
N234/N235	N234/N235	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.33	0.50	0.50
N236/N235	N236/N235	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.60	0.50	0.50
N236/N237	N236/N237	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.78	0.50	0.50
N238/N237	N238/N237	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.99	0.50	0.50
N238/N239	N238/N239	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.22	0.50	0.50
N240/N239	N240/N239	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.39	0.50	0.50
N240/N241	N240/N241	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.67	0.50	0.50
N242/N241	N242/N241	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.81	0.50	0.50
N242/N243	N242/N243	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.11	0.50	0.50
N244/N243	N244/N243	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.24	0.50	0.50
N244/N245	N244/N245	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.56	0.50	0.50
N246/N245	N246/N245	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.66	0.50	0.50
N246/N229	N246/N229	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	4.00	0.50	0.50
N247/N248	N247/N248	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.22	0.50	0.50
N249/N248	N249/N248	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.02	0.50	0.50
N249/N250	N249/N250	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.44	0.50	0.50
N251/N250	N251/N250	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.09	0.50	0.50
N251/N252	N251/N252	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.67	0.50	0.50
N253/N252	N253/N252	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.20	0.50	0.50
N253/N254	N253/N254	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	0.89	0.50	0.50
N255/N254	N255/N254	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.34	0.50	0.50
N255/N256	N255/N256	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.11	0.50	0.50
N257/N256	N257/N256	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.49	0.50	0.50

N257/N258	N257/N258	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.33	0.50	0.50
N259/N258	N259/N258	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.67	0.50	0.50
N259/N260	N259/N260	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.56	0.50	0.50
N261/N260	N261/N260	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.85	0.50	0.50
N261/N262	N261/N262	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	1.78	0.50	0.50
N263/N262	N263/N262	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.04	0.50	0.50
N263/N264	N263/N264	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.00	0.50	0.50
N265/N264	N265/N264	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.24	0.50	0.50
N265/N266	N265/N266	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.22	0.50	0.50
N267/N266	N267/N266	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.44	0.50	0.50
N267/N268	N267/N268	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.44	0.50	0.50
N269/N268	N269/N268	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.64	0.50	0.50
N269/N270	N269/N270	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.67	0.50	0.50
N271/N270	N271/N270	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.85	0.50	0.50
N271/N272	N271/N272	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	2.89	0.50	0.50
N273/N272	N273/N272	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.06	0.50	0.50
N273/N274	N273/N274	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.11	0.50	0.50
N275/N274	N275/N274	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.27	0.50	0.50
N275/N276	N275/N276	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.33	0.50	0.50
N277/N276	N277/N276	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.48	0.50	0.50
N277/N278	N277/N278	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.56	0.50	0.50
N279/N278	N279/N278	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.69	0.50	0.50
N279/N280	N279/N280	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.78	0.50	0.50
N246/N280	N246/N280	Acero (S275)	IPN-160 (IPN)	3.91	0.50	0.50

Tabla 10.4. Relación de barras del pórtico 5

10.3.2. CARGAS

Referencias:

'P1', 'P2': Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.

Cargas trapezoidales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).

Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.

Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2': Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.

Cargas trapezoidales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

Cargas puntuales: KN

Momentos puntuales: KN·m.

Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapezoidales: KN/m.

Incrementos de temperatura: °C.

Barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N225/N226	Carga permanente	Faja	0.601	-	0.000	5.400	Globales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	Carga permanente	Trapezoidal	0.832	0.950	5.400	8.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	Carga permanente	Uniforme	2.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	2.452	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N225/N226	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	2.452	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N225/N226	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	1.200	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	1.200	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	90 grados	Uniforme	2.189	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N225/N226	270 grados	Uniforme	1.684	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	Carga permanente	Faja	0.601	-	0.000	5.400	Globales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	Carga permanente	Trapezoidal	0.832	0.950	5.400	8.000	Globales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	Carga permanente	Uniforme	2.550	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	0 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	1.200	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N227/N228	0 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	1.200	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N227/N228	180 grados. Presión exterior tipo 1	Uniforme	2.452	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	180 grados. Presión exterior tipo 2	Uniforme	2.452	-	-	-	Locales	0.000	0.000	-1.000
N227/N228	90 grados	Uniforme	2.189	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N227/N228	270 grados	Uniforme	1.684	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N226/N231	Carga permanente	Uniforme	0.176	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N226/N231	Carga permanente	Uniforme	1.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N226/N231	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	3.186	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N226/N231	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	1.580	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	-1.000
N226/N231	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.797	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N226/N231	90 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N226/N231	270 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N226/N231	Nieve (Sobrecarga de nieve 1)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N226/N231	Nieve (Sobrecarga de nieve 2)	Uniforme	1.342	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N226/N231	Nieve (Sobrecarga de nieve 3)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	Carga permanente	Uniforme	0.176	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	Carga permanente	Uniforme	1.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	3.186	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N231/N233	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	1.580	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.797	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N231/N233	90 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N231/N233	270 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N231/N233	Nieve (Sobrecarga de nieve 1)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	Nieve (Sobrecarga de nieve 2)	Uniforme	1.342	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N231/N233	Nieve (Sobrecarga de nieve 3)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	Carga permanente	Uniforme	0.176	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	Carga permanente	Uniforme	1.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	3.186	-	0.000	0.696	Locales	0.000	0.000	1.000
N233/N235	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.212	-	0.696	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N233/N235	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	1.580	-	0.000	0.696	Locales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	1.171	-	0.696	0.994	Locales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.797	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N233/N235	90 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N233/N235	270 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N233/N235	Nieve (Sobrecarga de nieve 1)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	Nieve (Sobrecarga de nieve 2)	Uniforme	1.342	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N233/N235	Nieve (Sobrecarga de nieve 3)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	Carga permanente	Uniforme	0.176	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	Carga permanente	Uniforme	1.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.212	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N235/N237	0 grados. Presión exterior tipo 2	Faja	1.171	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	180 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.797	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000
N235/N237	90 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N235/N237	270 grados	Uniforme	2.247	-	-	-	Locales	0.000	0.000	1.000
N235/N237	Nieve (Sobrecarga de nieve 1)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	Nieve (Sobrecarga de nieve 2)	Uniforme	1.342	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N235/N237	Nieve (Sobrecarga de nieve 3)	Uniforme	2.683	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N237/N239	Carga permanente	Uniforme	0.176	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N237/N239	Carga permanente	Uniforme	1.199	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N237/N239	0 grados. Presión exterior tipo 1	Faja	1.212	-	0.000	0.994	Locales	0.000	0.000	1.000

10.3.3. TENSIONES

Referencias:

N: Esfuerzo axil (KN)

Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (KN)

Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (KN)

Mt: Momento torsor (KN·m)

My: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (KN·m)

Mz: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (KN·m)

Origen de las solicitaciones pésimas:

G: Sólo gravitatorias

GV: Gravitatorias + viento

GS: Gravitatorias + sismo

GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Coeficiente de aprovechamiento. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 1.00$ ó 100%.

Tablas de resultados

Tensión máxima en barras										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (KN)	Vy (KN)	Vz (KN)	Mt (KN-m)	My (KN-m)	Mz (KN-m)		
N225/N226	68.872	0.000	-130.396	-0.016	-32.090	0.000	-91.468	-0.074	GV	Cumple
N227/N228	61.277	0.000	-117.826	-0.015	29.387	0.000	81.632	-0.070	GV	Cumple
N226/N231	35.452	0.000	-28.498	0.000	-15.693	0.000	-10.815	0.000	GV	Cumple
N231/N233	36.829	0.745	-179.833	0.000	0.661	0.000	1.682	0.000	GV	Cumple
N233/N235	38.210	0.497	-194.654	0.000	0.013	0.000	1.231	0.000	GV	Cumple
N235/N237	37.771	0.248	-196.285	0.000	-0.942	0.000	0.971	0.000	GV	Cumple
N237/N239	37.126	0.248	-192.593	0.000	-0.481	0.000	0.976	0.000	GV	Cumple
N239/N241	36.179	0.248	-186.785	0.000	-0.070	0.000	1.008	0.000	GV	Cumple
N241/N243	35.005	0.994	-177.950	0.000	5.199	0.000	-1.152	0.000	GV	Cumple

N243/N245	35.066	0.497	-173.643	0.000	-0.663	0.000	1.448	0.000	GV	Cumple
N245/N229	47.993	0.994	-164.301	0.000	13.651	0.000	-6.646	0.000	GV	Cumple
N228/N248	41.550	0.000	-131.119	0.000	-15.389	0.000	-6.422	0.000	GV	Cumple
N248/N250	65.124	1.024	-269.929	0.000	-2.010	0.000	5.950	0.000	GV	Cumple
N250/N252	73.025	1.024	-341.012	0.000	0.444	0.000	4.222	0.000	GV	Cumple
N252/N254	73.929	0.683	-365.144	0.000	-0.370	0.000	3.002	0.000	GV	Cumple
N254/N256	72.667	0.512	-368.612	0.000	-0.592	0.000	2.331	0.000	GV	Cumple
N256/N258	70.576	0.512	-362.526	0.000	0.136	0.000	1.975	0.000	GV	Cumple
N258/N260	67.972	0.341	-351.780	0.000	-0.499	0.000	1.734	0.000	GV	Cumple
N260/N262	65.179	0.341	-337.931	0.000	0.003	0.000	1.624	0.000	GV	Cumple
N262/N264	62.158	0.341	-322.246	0.000	0.457	0.000	1.550	0.000	GV	Cumple
N264/N266	59.158	0.171	-305.533	0.000	-0.342	0.000	1.550	0.000	GV	Cumple
N266/N268	56.078	0.171	-287.675	0.000	0.064	0.000	1.594	0.000	GV	Cumple
N268/N270	52.917	0.171	-269.120	0.000	0.459	0.000	1.653	0.000	GV	Cumple
N270/N272	49.848	0.000	-250.242	0.000	-0.371	0.000	1.766	0.000	GV	Cumple
N272/N274	46.757	0.000	-230.678	0.000	0.018	0.000	1.915	0.000	GV	Cumple
N274/N276	43.618	0.000	-210.742	0.000	0.410	0.000	2.071	0.000	GV	Cumple
N276/N278	41.068	1.024	-189.164	0.000	8.299	0.000	-2.541	0.000	GV	Cumple
N278/N280	35.717	0.000	-170.920	0.000	-0.589	0.000	1.801	0.000	GV	Cumple
N280/N229	47.148	1.024	-154.039	0.000	13.368	0.000	-6.951	0.000	GV	Cumple
N226/N230	50.172	0.000	-44.680	0.000	-91.252	0.000	-95.191	0.002	GV	Cumple
N230/N232	13.039	0.000	-79.104	0.000	-14.107	0.000	-17.298	0.000	GV	Cumple
N232/N234	8.442	0.000	152.778	0.000	3.036	0.000	13.684	0.000	GV	Cumple
N234/N236	8.998	0.000	162.839	0.000	2.037	0.000	10.536	0.000	GV	Cumple
N236/N238	8.994	0.000	162.771	0.000	1.614	0.000	8.878	0.000	GV	Cumple
N238/N240	8.781	0.000	158.921	0.000	1.661	0.000	8.076	0.000	GV	Cumple
N240/N242	8.471	0.000	153.309	0.000	2.230	0.000	7.652	0.000	GV	Cumple
N242/N244	8.120	0.000	146.956	0.000	6.505	0.000	6.988	0.000	GV	Cumple
N244/N246	7.734	0.000	139.962	0.000	16.282	0.000	2.718	0.000	GV	Cumple
N246/N279	8.253	0.000	149.359	0.000	-18.266	0.000	-13.595	0.000	GV	Cumple
N279/N277	9.338	0.000	168.997	0.000	-8.790	0.000	0.269	0.000	GV	Cumple
N277/N275	10.432	0.000	188.792	0.000	-5.668	0.000	3.878	0.000	GV	Cumple
N275/N273	11.518	0.000	208.443	0.000	-5.134	0.000	4.661	0.000	GV	Cumple
N273/N271	12.584	0.000	227.745	0.000	-4.782	0.000	5.298	0.000	GV	Cumple
N271/N269	13.627	0.000	246.617	0.000	-4.497	0.000	5.978	0.000	GV	Cumple
N269/N267	14.641	0.000	264.965	0.000	-4.251	0.000	6.764	0.000	GV	Cumple
N267/N265	15.619	0.000	282.660	0.000	-4.049	0.000	7.691	0.000	GV	Cumple
N265/N263	16.549	0.000	299.506	0.000	-3.903	0.000	8.800	0.000	GV	Cumple
N263/N261	17.416	0.000	315.195	0.000	-3.833	0.000	10.146	0.000	GV	Cumple
N261/N259	18.191	0.000	329.215	0.000	-3.873	0.000	11.809	0.000	GV	Cumple
N259/N257	18.824	0.000	340.667	0.000	-4.073	0.000	13.907	0.000	GV	Cumple
N257/N255	19.220	0.000	347.833	0.000	-4.518	0.000	16.630	0.000	GV	Cumple
N255/N253	19.176	0.000	347.045	0.000	-5.351	0.000	20.292	0.000	GV	Cumple
N253/N251	18.205	0.000	329.474	0.000	-6.649	0.000	25.459	0.000	GV	Cumple
N251/N249	19.237	1.000	274.792	0.000	-5.007	0.000	38.391	0.000	GV	Cumple
N249/N247	20.846	0.000	166.014	0.000	15.787	0.000	41.604	0.000	GV	Cumple
N247/N228	44.618	1.000	-25.374	0.000	71.750	0.000	-86.211	0.002	GV	Cumple
N230/N231	11.842	0.000	-70.714	0.000	-14.005	0.000	-2.991	0.000	GV	Cumple
N232/N231	12.965	0.994	77.417	0.000	-0.192	0.000	0.247	0.000	GV	Cumple
N232/N233	16.371	0.000	-50.296	0.000	-4.845	0.000	-2.682	0.000	GV	Cumple
N234/N233	7.525	1.257	44.932	0.000	-0.873	0.000	0.571	0.000	GV	Cumple
N234/N235	10.416	0.000	-32.729	0.000	-1.844	0.000	-1.507	0.000	GV	Cumple
N236/N235	4.745	0.000	-12.052	0.000	0.742	0.000	0.833	0.000	GV	Cumple
N236/N237	7.156	0.000	-21.496	0.000	-0.865	0.000	-0.957	0.000	GV	Cumple
N238/N237	5.600	0.000	-13.910	0.000	0.681	0.000	0.905	0.000	GV	Cumple
N238/N239	5.031	0.000	-13.998	0.000	-0.423	0.000	-0.613	0.000	GV	Cumple
N240/N239	7.094	0.000	-17.220	0.000	0.647	0.000	0.981	0.000	GV	Cumple
N240/N241	3.986	0.000	-10.126	0.000	-0.280	0.000	-0.415	0.000	GV	Cumple
N242/N241	8.940	0.000	-20.157	0.000	0.610	0.000	1.058	0.000	GV	Cumple
N242/N243	4.304	0.000	-9.285	0.000	-0.261	0.000	-0.427	0.000	GV	Cumple
N244/N243	10.789	0.000	-23.148	0.000	0.457	0.000	0.930	0.000	GV	Cumple
N244/N245	4.719	0.000	-9.100	0.000	-0.170	0.000	-0.374	0.000	GV	Cumple
N246/N245	8.335	3.665	-11.989	0.000	0.578	0.000	-1.159	0.000	GV	Cumple
N246/N229	13.671	4.000	81.634	0.000	-0.211	0.000	0.305	0.000	GV	Cumple
N247/N248	35.172	0.000	-54.562	0.000	53.609	0.000	7.697	0.000	GV	Cumple
N249/N248	15.045	1.024	89.841	0.000	3.540	0.000	-0.636	0.000	GV	Cumple
N249/N250	20.881	0.000	-42.365	0.000	24.612	0.000	7.438	0.000	GV	Cumple
N251/N250	11.138	1.094	66.508	0.000	1.302	0.000	0.897	0.000	GV	Cumple
N251/N252	17.603	0.000	-32.069	0.000	10.119	0.000	4.324	0.000	GV	Cumple
N253/N252	6.320	0.000	16.928	0.000	0.898	0.000	2.251	0.000	GV	Cumple
N253/N254	10.470	0.000	-18.112	0.000	4.497	0.000	2.595	0.000	GV	Cumple
N255/N254	5.694	0.000	-6.063	0.000	0.818	0.000	1.620	0.000	GV	Cumple
N255/N256	5.855	0.000	-8.177	0.000	2.083	0.000	1.556	0.000	GV	Cumple
N257/N256	6.623	0.000	-11.227	0.000	0.877	0.000	1.579	0.000	GV	Cumple
N257/N258	3.151	0.000	-4.597	0.000	0.898	0.000	0.813	0.000	GV	Cumple
N259/N258	7.861	0.000	-18.239	0.000	0.908	0.000	1.484	0.000	GV	Cumple
N259/N260	2.582	1.556	15.419	0.000	-0.271	0.000	0.363	0.000	GV	Cumple
N261/N260	9.217	0.000	-23.987	0.000	0.947	0.000	1.473	0.000	GV	Cumple
N261/N262	3.490	1.778	20.842	0.000	-0.554	0.000	0.623	0.000	GV	Cumple
N263/N262	10.766	0.000	-29.111	0.000	0.989	0.000	1.519	0.000	GV	Cumple
N263/N264	4.355	2.000	26.008	0.000	-0.786	0.000	0.873	0.000	GV	Cumple
N265/N264	12.617	0.000	-33.907	0.000	1.031	0.000	1.604	0.000	GV	Cumple

N265/N266	5.185	2.222	30.964	0.000	-0.943	0.000	1.102	0.000	GV	Cumple
N267/N266	14.721	0.000	-38.529	0.000	1.071	0.000	1.717	0.000	GV	Cumple
N267/N268	5.993	2.444	35.789	0.000	-1.056	0.000	1.318	0.000	GV	Cumple
N269/N268	17.164	0.000	-43.060	0.000	1.110	0.000	1.852	0.000	GV	Cumple
N269/N270	6.789	2.667	40.538	0.000	-1.140	0.000	1.526	0.000	GV	Cumple
N271/N270	19.990	0.000	-47.549	0.000	1.146	0.000	2.002	0.000	GV	Cumple
N271/N272	7.575	2.889	45.237	0.000	-1.205	0.000	1.729	0.000	GV	Cumple
N273/N272	23.240	0.000	-52.022	0.000	1.180	0.000	2.165	0.000	GV	Cumple
N273/N274	8.353	3.111	49.879	0.000	-1.258	0.000	1.930	0.000	GV	Cumple
N275/N274	26.928	0.000	-56.464	0.000	1.210	0.000	2.333	0.000	GV	Cumple
N275/N276	9.104	3.333	54.363	0.000	-1.298	0.000	2.121	0.000	GV	Cumple
N277/N276	30.941	0.000	-60.629	0.000	1.228	0.000	2.490	0.000	GV	Cumple
N277/N278	9.439	3.556	56.362	0.000	-1.276	0.000	2.187	0.000	GV	Cumple
N279/N278	34.638	0.000	-64.404	0.000	1.135	0.000	2.435	0.000	GV	Cumple
N279/N280	8.855	3.778	52.877	0.000	-1.348	0.000	2.565	0.000	GV	Cumple
N246/N280	30.918	3.908	-52.481	0.000	1.152	0.000	-2.213	0.000	GV	Cumple

Tabla 10.6. Relación de tensiones en las barras del pórtico 5

10.3.4. FLECHAS

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N225/N226	2.314	1.12	5.399	8.78	2.314	2.22	5.399	11.92
	2.314	L(>1000)	5.399	L/664.1	2.314	L(>1000)	5.399	L/664.3
N227/N228	2.314	1.03	5.014	9.65	2.314	2.04	5.399	11.75
	2.314	L(>1000)	5.014	L/649.3	2.314	L(>1000)	5.399	L/650.3
N226/N229	4.224	0.02	3.727	3.37	4.224	0.03	3.478	3.70
	4.224	L(>1000)	3.727	L(>1000)	4.224	L(>1000)	4.224	L(>1000)
N228/N229	8.195	0.06	7.341	22.38	8.707	0.12	6.829	21.30
	8.195	L(>1000)	7.341	L/823.9	8.195	L(>1000)	6.829	L/873.0
N226/N228	10.500	0.05	16.750	30.28	9.750	0.09	17.000	27.99
	10.500	L(>1000)	16.750	L/858.7	10.500	L(>1000)	17.000	L/935.1
N230/N231	0.222	0.00	0.222	0.01	0.222	0.00	0.222	0.02
	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)
N232/N231	0.497	0.00	0.497	0.05	0.497	0.00	0.497	0.07
	0.497	L(>1000)	0.497	L(>1000)	0.497	L(>1000)	0.497	L(>1000)
N232/N233	0.444	0.00	0.222	0.03	0.444	0.00	0.222	0.02
	0.444	L(>1000)	0.222	L(>1000)	0.444	L(>1000)	0.222	L(>1000)
N234/N233	0.629	0.00	0.629	0.04	0.629	0.00	0.419	0.05
	0.629	L(>1000)	0.629	L(>1000)	0.629	L(>1000)	0.419	L(>1000)
N234/N235	0.667	0.00	0.444	0.04	0.667	0.00	0.444	0.04
	0.667	L(>1000)	0.444	L(>1000)	0.667	L(>1000)	0.444	L(>1000)
N236/N235	0.801	0.00	0.601	0.04	0.801	0.00	0.601	0.05
	0.801	L(>1000)	0.601	L(>1000)	0.801	L(>1000)	0.601	L(>1000)
N236/N237	0.889	0.00	0.667	0.04	0.889	0.00	0.444	0.04
	0.889	L(>1000)	0.667	L(>1000)	0.889	L(>1000)	0.444	L(>1000)
N238/N237	0.994	0.00	0.596	0.05	0.994	0.00	0.596	0.06
	0.994	L(>1000)	0.596	L(>1000)	0.994	L(>1000)	0.596	L(>1000)
N238/N239	1.111	0.00	0.741	0.05	1.111	0.00	0.741	0.05
	1.111	L(>1000)	1.481	L(>1000)	1.111	L(>1000)	1.481	L(>1000)
N240/N239	1.197	0.00	0.598	0.06	1.197	0.00	0.598	0.08
	1.197	L(>1000)	0.598	L(>1000)	1.197	L(>1000)	0.598	L(>1000)
N240/N241	1.333	0.00	1.905	0.06	1.333	0.00	2.095	0.06
	1.333	L(>1000)	1.905	L(>1000)	1.333	L(>1000)	1.905	L(>1000)
N242/N241	1.405	0.00	0.803	0.09	1.405	0.00	0.803	0.10
	1.405	L(>1000)	0.803	L(>1000)	1.405	L(>1000)	0.803	L(>1000)
N242/N243	1.556	0.00	2.333	0.06	1.556	0.00	0.583	0.07
	1.556	L(>1000)	2.333	L(>1000)	1.556	L(>1000)	2.528	L(>1000)
N244/N243	1.618	0.00	0.809	0.10	1.618	0.00	0.809	0.12
	1.618	L(>1000)	0.809	L(>1000)	1.618	L(>1000)	0.809	L(>1000)
N244/N245	1.778	0.00	2.444	0.22	1.778	0.00	2.667	0.20
	1.778	L(>1000)	2.444	L(>1000)	1.778	L(>1000)	2.667	L(>1000)
N246/N245	1.603	0.00	2.062	0.26	1.603	0.00	2.062	0.25
	1.603	L(>1000)	2.062	L(>1000)	1.603	L(>1000)	2.062	L(>1000)
N246/N229	2.500	0.00	1.250	0.18	2.500	0.00	1.000	0.18
	2.500	L(>1000)	1.250	L(>1000)	2.500	L(>1000)	1.000	L(>1000)
N247/N248	0.111	0.00	0.111	0.01	0.111	0.00	0.111	0.01
	-	L(>1000)	0.111	L(>1000)	-	L(>1000)	0.111	L(>1000)
N249/N248	0.512	0.00	0.512	0.16	0.512	0.00	0.512	0.19
	0.512	L(>1000)	0.512	L(>1000)	0.512	L(>1000)	0.512	L(>1000)
N249/N250	0.222	0.00	0.222	0.02	0.222	0.00	0.222	0.02
	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)	0.222	L(>1000)
N251/N250	0.547	0.00	0.547	0.14	0.547	0.00	0.547	0.15
	0.547	L(>1000)	0.547	L(>1000)	0.547	L(>1000)	0.547	L(>1000)
N251/N252	0.333	0.00	0.167	0.03	0.333	0.00	0.167	0.02
	0.333	L(>1000)	0.167	L(>1000)	0.333	L(>1000)	0.167	L(>1000)

N253/N252	0.601 0.601	0.00 L/(> 1000)	0.601 0.601	0.12 L/(> 1000)	0.601 0.601	0.00 L/(> 1000)	0.601 0.601	0.12 L/(> 1000)
N253/N254	0.444 0.444	0.00 L/(> 1000)	0.222 0.222	0.03 L/(> 1000)	0.444 0.444	0.00 L/(> 1000)	0.222 0.222	0.02 L/(> 1000)
N255/N254	0.669 0.669	0.00 L/(> 1000)	0.669 0.669	0.11 L/(> 1000)	0.669 0.669	0.00 L/(> 1000)	0.669 0.669	0.10 L/(> 1000)
N255/N256	0.556 0.556	0.00 L/(> 1000)	0.370 0.370	0.03 L/(> 1000)	0.556 0.556	0.00 L/(> 1000)	0.370 0.370	0.03 L/(> 1000)
N257/N256	0.747 0.747	0.00 L/(> 1000)	0.561 0.561	0.10 L/(> 1000)	0.747 0.747	0.00 L/(> 1000)	0.561 0.561	0.09 L/(> 1000)
N257/N258	0.667 0.667	0.00 L/(> 1000)	0.444 0.444	0.03 L/(> 1000)	0.667 0.667	0.00 L/(> 1000)	0.444 0.444	0.02 L/(> 1000)
N259/N258	0.833 0.833	0.00 L/(> 1000)	0.625 0.625	0.10 L/(> 1000)	0.833 0.833	0.00 L/(> 1000)	0.625 0.625	0.09 L/(> 1000)
N259/N260	0.778 0.778	0.00 L/(> 1000)	0.583 0.583	0.02 L/(> 1000)	0.778 0.778	0.00 L/(> 1000)	0.583 0.583	0.02 L/(> 1000)
N261/N260	0.925 0.925	0.00 L/(> 1000)	0.740 0.740	0.10 L/(> 1000)	0.925 0.925	0.00 L/(> 1000)	0.740 0.740	0.09 L/(> 1000)
N261/N262	0.889 0.889	0.00 L/(> 1000)	1.111 1.333	0.03 L/(> 1000)	0.889 0.889	0.00 L/(> 1000)	1.333 1.333	0.02 L/(> 1000)
N263/N262	1.020 1.020	0.00 L/(> 1000)	0.612 0.612	0.10 L/(> 1000)	1.020 1.020	0.00 L/(> 1000)	0.612 0.612	0.10 L/(> 1000)
N263/N264	1.000 1.000	0.00 L/(> 1000)	1.400 1.400	0.03 L/(> 1000)	1.000 1.000	0.00 L/(> 1000)	1.600 1.400	0.03 L/(> 1000)
N265/N264	1.118 1.118	0.00 L/(> 1000)	0.745 0.745	0.11 L/(> 1000)	1.118 1.118	0.00 L/(> 1000)	0.745 0.745	0.10 L/(> 1000)
N265/N266	1.111 1.111	0.00 L/(> 1000)	1.667 1.667	0.04 L/(> 1000)	1.111 1.111	0.00 L/(> 1000)	1.667 1.667	0.04 L/(> 1000)
N267/N266	1.218 1.218	0.00 L/(> 1000)	0.812 0.812	0.13 L/(> 1000)	1.218 1.218	0.00 L/(> 1000)	0.812 0.812	0.12 L/(> 1000)
N267/N268	1.222 1.222	0.00 L/(> 1000)	1.833 1.833	0.05 L/(> 1000)	1.222 1.222	0.00 L/(> 1000)	1.833 1.833	0.05 L/(> 1000)
N269/N268	1.321 1.321	0.00 L/(> 1000)	0.755 0.755	0.15 L/(> 1000)	1.321 1.321	0.00 L/(> 1000)	0.755 0.755	0.13 L/(> 1000)
N269/N270	1.333 1.333	0.00 L/(> 1000)	2.095 2.095	0.07 L/(> 1000)	1.333 1.333	0.00 L/(> 1000)	0.571 0.571	0.07 L/(> 1000)
N271/N270	1.424 1.424	0.00 L/(> 1000)	0.814 0.814	0.17 L/(> 1000)	1.424 1.424	0.00 L/(> 1000)	0.814 0.814	0.16 L/(> 1000)
N271/N272	1.444 1.444	0.00 L/(> 1000)	0.619 0.619	0.10 L/(> 1000)	1.444 1.444	0.00 L/(> 1000)	0.619 0.619	0.09 L/(> 1000)
N273/N272	1.529 1.529	0.00 L/(> 1000)	0.764 0.764	0.20 L/(> 1000)	1.529 1.529	0.00 L/(> 1000)	0.764 0.764	0.18 L/(> 1000)
N273/N274	1.556 1.556	0.00 L/(> 1000)	0.778 0.778	0.13 L/(> 1000)	1.556 1.556	0.00 L/(> 1000)	0.778 0.778	0.12 L/(> 1000)
N275/N274	1.634 1.634	0.00 L/(> 1000)	0.817 0.817	0.24 L/(> 1000)	1.634 1.634	0.00 L/(> 1000)	0.817 0.817	0.21 L/(> 1000)
N275/N276	1.667 1.667	0.00 L/(> 1000)	0.833 0.833	0.17 L/(> 1000)	1.667 1.667	0.00 L/(> 1000)	0.833 0.833	0.15 L/(> 1000)
N277/N276	1.740 1.740	0.00 L/(> 1000)	0.870 0.870	0.28 L/(> 1000)	1.740 1.740	0.00 L/(> 1000)	0.870 0.870	0.25 L/(> 1000)
N277/N278	1.778 1.778	0.00 L/(> 1000)	0.889 0.889	0.21 L/(> 1000)	1.778 1.778	0.00 L/(> 1000)	0.889 0.889	0.20 L/(> 1000)
N279/N278	1.847 1.847	0.00 L/(> 1000)	0.923 0.923	0.30 L/(> 1000)	1.847 1.847	0.00 L/(> 1000)	0.923 0.923	0.27 L/(> 1000)
N279/N280	1.889 1.889	0.00 L/(> 1000)	3.069 3.069	0.24 L/(> 1000)	1.889 1.889	0.00 L/(> 1000)	3.069 3.069	0.22 L/(> 1000)
N246/N280	1.710 1.710	0.00 L/(> 1000)	2.931 2.931	0.25 L/(> 1000)	1.710 1.710	0.00 L/(> 1000)	2.931 2.931	0.24 L/(> 1000)

Tabla 10.7. Relación de flechas en las barras del pórtico 5

10.3.5. PLACAS DE ANCLAJE

10.3.5.1. COMPROBACIÓN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE

Referencia: N225		
-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8020 mm L=35 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x11.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 25.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 35 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 77.78 KN Calculado: 67.03 KN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 54.45 KN Calculado: 4.31 KN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 77.78 KN Calculado: 73.18 KN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 KN Calculado: 62.64 KN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 200.962 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 KN Calculado: 4.01 KN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 118.71 MPa Calculado: 117.524 MPa Calculado: 199.434 MPa Calculado: 274.174 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flexión global equivalente: <i>Límite de la deformabilidad de las vueltas</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1348.14 Calculado: 1334.02 Calculado: 3222.17 Calculado: 2665.41	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en vueltas</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 184.821 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N227		
-Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 8020 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: 3 diámetros	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: 1.5 diámetros	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 27.7	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 20 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 66.67 KN Calculado: 59.29 KN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 46.67 KN Calculado: 3.95 KN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 66.67 KN Calculado: 64.93 KN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 KN Calculado: 57.51 KN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 184.43 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 198 KN Calculado: 3.67 KN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 119.286 MPa Calculado: 118.19 MPa Calculado: 267.984 MPa Calculado: 209.324 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flexión global equivalente: <i>Límite de la deformabilidad de las vueltas</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1322.64 Calculado: 1310.34 Calculado: 2735.75 Calculado: 3347.98	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en vueltas</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 169.68 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Tabla 10.8. Comprobaciones de las placas de anclaje del pórtico 5

10.4. TABLAS DESGLOSE DE PRESUPUESTO.**10.4.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.**

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe (€)
1.1	³ m Excavación a cielo abierto en terreno de consistencia floja, con excavadora de 2m ³ de capacidad de cuchara en vaciado.	260,00m ³	1,192	309,92
1.2	³ m Excavación con retroexcavadora, en terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, hasta 2m de profundidad, con extracción de tierras a los bordes. Zapatas	99,68m ³	1,590	158,49
1.3	³ m Excavación con retroexcavadora, en terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, hasta 2m de profundidad, con extracción de tierras a los bordes. Valla	109,61m ³	1,590	174,28
TOTAL				642,69

Tabla 10.9. Resumen presupuesto de movimiento de tierras**10.4.2. SANEAMIENTOS.**

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
2.1	Ud. Arqueta prefabricada de hormigón de 38x38 ya colocada.	5,00 Ud.	119,959	599,80
2.2	Ud. Arqueta prefabricada de hormigón de 51x51 ya colocada.	3,00 Ud.	123,508	370,53
2.3	Ud. Arqueta prefabricada de hormigón de 63x63 ya colocada.	1,00 Ud.	156,453	156,45
2.4	Ud. Pozo registrable de 0,8m de diámetro de hormigón prefabricado	1,00 Ud.	210,95	210,95
2.5	ml Colector de fibrocemento de 20 cm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso corchetes y juntas.	34,90 ml	26,164	913,12

2.6	ml Colector de fibrocemento de 25 cm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso corchetes y juntas.	22,5 ml	17,829	401,18
2.7	ml Bajante de PVC de 200 mm de diámetro, totalmente colocados, incluso p.p. de juntas e impermeabilización de las mismas.	24,00 ml.	18,588	446,26
2.8	ml Colector de PVC de 30 mm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso juntas, totalmente ejecutada.	16,50 ml	7,109	117,30
2.9	ml Colector de PVC de 40 mm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso juntas, totalmente ejecutada.	14,50 ml	10,593	153,70
2.10	ml Colector de PVC de 60 mm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso juntas, totalmente ejecutada.	12,00 ml	12,159	145,92
2.11	ml Colector de PVC de 100 mm de diámetro, colocado sobre cama de arena y hormigón, incluso juntas, totalmente ejecutada.	9,80 ml	15,550	152,39
TOTAL				3667,60

Tabla 10.10. Resumen presupuesto de saneamientos

10.4.3. CIMENTACIONES Y SOLERAS.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
3.1	² m Pantalla continua de hormigón en masa, de 50 cm de espesor, excavada en terreno granular para colocación de vallado exterior. Medidas tomadas en la obra	165,00 m ²	67,825	11191,95
3.2	kg Acero corrugado B 400 S de diferentes diámetros. Ver tabla cimentación	5360 kg	0,80	4288,00

3.3	m ² Solera de hormigón de 15cm de espesor. Elaborado en obra, vertido y colocado.	1404,00 m ²	15,44	21677,76
3.4	m ² Solera de hormigón exterior de 10cm. Elaborado en obra, vertido y colocado.	360,00 m ²	10,42	3754,8
3.5	m ³ Hormigón de las zapatas y vigas de atado.	380,00m ³	12,50	4750,0
TOTAL			45662,51	

Tabla 10.11. Resumen presupuesto de cimentaciones y soleras

10.4.4. ESTRUCTURAS.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
4.1	Ud. Estructura metálica totalmente ejecutada, de acuerdo a los planos de estructuras, con inclusión de medios materiales, auxiliares, etc. Acero S275 PESO TOTAL: 57656,92 kg, de los cuales: SERIE HEB 16266,95 kg, SERIE IPN 38911,14 kg, SERIE IPE 2162,83 kg SERIE REDONDO 316 kg	1,00 Ud.	1,82	104935,59
TOTAL			104935,59	

Tabla 10.12. Resumen presupuesto de estructura

10.4.5. CERRAMIENTOS, ALBAÑILERÍA, FFB Y FFV.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
5.1	m ² Paneles de chapa galvanizada, Perfrisa, prefabricados. Montados en obra. Cubierta opaca. Aislantes térmicos y acústicos.	1450 m ²	42,98	62321,00
5.2	m ² Tabique interior de bloque de hormigón de 19 cm de espesor recibido con mortero de cemento.	140,00 m ²	38,654	5411,00
5.3	m ² Tabique interior de rasillón simple recibido con mortero de cemento.	130,00	24,56	3192,8
5.4	ml. Canalones de chapa galvanizada, Perfrisa, prefabricados para montaje en	108,00 ml	3,75	405,00

	obra.			
5.5	m ² Tabique de cerramiento de bloque de hormigón de 19cm recibido con mortero de cemento.	310,00 m ²	45,081	13974,8
5.6	m ² acristalado del cerramiento y soportes y silicona de obra para las juntas	864,00 m ²	139,70	120700,80
TOTAL			206005,40	

Tabla 10.13. Resumen presupuesto de cerramiento, albañilería, FFB y FFV

10.4.6. SOLADOS, ALICATADOS Y REVESTIMIENTOS DE TECHOS.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
6.1	m ² Solado de baldosas de terrazo 40x40 cm recibido con mortero de cemento y arena de miga 1/6, i/cama de arena de 2 cm de espesor.	46,34 m ²	30,581	1417,12
6.2	m ² Falso suelo de toda la nave.	1356,00 m ²	41,65	56227,50
6.3	m ² Pavimento continuo con asfalto fundido de 15mm de espesor del exterior.	360,00 m ²	28,956	10425,60
6.4	m ² Alicatado de plaqueta cerámica de 15x15 blanco, colocado sobre mortero de cemento y arena de miga, totalmente acabado de los vestuarios.	110,00 m ²	19,726	2169,86
TOTAL			70240,08	

Tabla 10.14. Resumen presupuesto de solados, alicatados y revestimiento de techos

10.4.7. PARTICIONES DE MADERA.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
7.1	Ud. Puertas de paso abatibles.	4 Ud.	192,678	770,71
TOTAL			770,71	

Tabla 10.15. Resumen presupuesto de particiones de madera

10.4.8. CERRAJERÍA, DEFENSAS, CARPINTERÍA METÁLICA Y PPA.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
-------	-------------	----------	-----------------	---------

8.1	Ud. Puerta basculante de 5,05x4,10 m	1 Ud.	598,65	598,65
8.2	Ud. Puerta de dos hojas de cristal de la entrada de personal	1 Ud.	380,25	380,25
TOTAL			978,90	

Tabla 10.16. Resumen presupuesto de cerrajería, defensas, carpintería metálica y PPA

10.4.9. VENTILACIÓN.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
9.1	ml Conducto sencillo de ventilación, formado con piezas prefabricadas de plástico	28,53 ml	14,89	424,85
9.2	Rejillas de toma de aire	4 Ud.	15	60
TOTAL			484,85	

Tabla 10.17. Resumen presupuesto de ventilación

10.4.10. PINTURAS.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
10.1	² m Pintura plástica de color blanco, sobre fondo liso, totalmente acabada, incluso lijado e imprimaciones, emplastecidos, en paramentos horizontales.	285,70m ²	8,389	2399,88
TOTAL			2399,88	

Tabla 10.18. Resumen presupuesto de pinturas

10.4.11. ELECTRICIDAD.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
11.1	Ud. Equipo de medida en valla de cerramiento.	1,00 Ud.	904,658	904,658
11.2	ml Conductor EPR en cobre de 1x25 mm ² Colocado.	20,00 ml	19,25	385,00
11.3	ml Conductor XLPE en cobre de 4x25 mm ² Colocado.	45,00 ml	18,657	837,70
11.4	ml Tubo liso rígido de PVC de 120 mm	75,00 ml	5,579	418,50
11.5	Ud. Cuadro Distribución.	1,00 Ud.	280	280
11.6	Ud. Cuadro Secundarios.	5,00 Ud.	71,25	356,25
11.7	ml cable de cobre de 4	65,00ml.	14,15	919,75

	x25mm ²			
11.8	ml cable de cobre de 4 x10mm ²	55,00ml.	11,87	652,85
11.9	ml cable de cobre de 4 x6mm ²	45,00ml.	9,65	434,25
11.10	ml cable de cobre de 4 x2,5mm ²	60,00ml.	5,35	321,00
11.11	ml cable de cobre de 4 x1,5mm ²	110,00ml.	3,36	369,60
11.12	ml cable de cobre monofásico de 2x6mm ²	200,00ml	6,55	1310,00
11.13	ml cable de cobre monofásico de 2x2,5mm ²	150,00ml	3,80	570,00
11.14	ml cable de cobre monofásico de 2x1,5mm ²	250,00ml	2,55	562,50
11.15	Ud. Magnetotermo trifásico de 120A	1,00 Ud.	48,50	48,50
11.16	Ud. Magnetotermo trifásico de 20A	2,00 Ud.	39,95	79,90
11.17	Ud. Magnetotermo trifásico de 6A	2,00 Ud.	32,15	64,30
11.18	Ud. Magnetotermo monofásico de 25A	2,00 Ud.	44,05	88,10
11.19	Ud. Magnetotermo monofásico de 16A	8,00 Ud.	33,12	264,96
11.20	Ud. Magnetotermo monofásico de 10A	1,00 Ud.	28,35	28,35
11.21	Ud. Magnetotermo monofásico de 6A	6,00 Ud.	25,15	150,90
11.22	Ud. Fusible de 120 A de In y 6 KA de Icc	1,00 Ud.	10,15	10,15
11.23	Ud. cuadro de fuerza conteniendo lo siguiente: 1 Diferencial Trifásico de 80A 5 diferenciales trifásicos de 40A Conexionado y etiquetado.	1,00 Ud.	815,50	815,50
11.24	Ud. Cuadros aerotermos conteniendo los siguientes elementos: 1 interruptor automático de 4x40A 1 guardamotor con relé térmico regulador de 1/1,6 A 1 pulsador de marcha-paro.	2,00 Ud.	124,10	248,20

11.25	Ud. Cuadro secundario de motores puertas. conteniendo los siguientes elementos: 1 Diferencial Trifásico de 25A 2 Diferenciales Monofásicos de 6A Conexionado y etiquetado.	1,00 Ud.	110,90	110,90
11.26	Ud. Pantalla fluorescente 2x36 W estanca.	144,00 Ud.	130	18720,00
11.27	Ud. Apliques con lámpara halogenuros metálicos de 100W	42,00 Ud.	115,80	4863,60
11.28	Ud. Luminarias para alumbrado exterior para lámpara vapor de mercurio de 250W, con brazo de 1,50m. Material accesorio y transporte.	10,00 Ud.	205	2050,00
11.29	Ud. Tomas de enchufes 2P+T 16 A, realizados igual que punto anterior.	33,00 Ud.	16,25	536,25
11.30	Ud. Luminarias autónomas de emergencia fluorescentes de 60 lúmenes	28,00 Ud.	35,20	985,60
11.31	Ud. Tomas de corriente para equipos de Aire acondicionado.	2,00 Ud.	20,15	40,30
11.32	Ud. Interruptor unipolar colocado.	4,00 Ud.	11,65	46,60
11.33	Ud. Conmutador simple	5,00 Ud.	25,35	126,75
11.34	Ud. Toma de tierra general, para el circuito en anillo de las máquinas, la estructura y resto de circuitos. Arqueta de conexión. Conductor de cobre de 70mm ² .	4,00 Ud.	145,70	582,80
11.35	Ud. Toma de tierra auxiliar, a base de una pica de 2 m 14 mm de diámetro, conductor de cobre de 70mm ² .	24,00 Ud.	134	3216,00
TOTAL			41399,718	

Tabla 10.19. Resumen presupuesto de electricidad

10.4.12. CALEFACCIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
-------	-------------	----------	-----------------	---------

12.1	Maquina de absorción, completa (Incluyendo colectores solares, tuberías, depósitos y puesta en marcha).	1,00 Ud.	50000	50000
12.2	Tubo galvanizado y calorifugado de diferentes diámetros (incluyendo toberas de conexión entre diferentes diámetros)	200,00 ml.	8.00	1600
12.3	Difusores de aire tipo placa redonda de 0,61 x 0,61 m	24,00 Ud.	120	2880
TOTAL			54480,00	

Tabla 10.20. Resumen presupuesto de climatización

10.4.13. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
13.1	Ud. Contador para red de incendios de 60 mm de diámetro, incluso llaves de corte y retención. Según Normas del Canal de Isabel II.	1,00 Ud	425,45	425,45
13.2	m1 Tubería de acero de 1 1/2"	220,00 ml	20,26	4457,20
13.3	m1 Tubería de acero de 2"	50,00 ml	23,388	1169,10
13.4	m1 Tubería de acero de 3"	16,00 ml	30,94	495,115
13.5	Ud. Armario equipado con cristal y manguera de 45 mm de diámetro, 20,00 ml; incluso boquilla regulable.	6,00 Ud.	195	1170
13.6	Ud. Extintores de polvo de gas de 6 kg, de eficacia 23 A, 134 B.	4,00 Ud.	93,25	373
TOTAL			8089,87	

Tabla 10.21. Resumen presupuesto de protección contra incendios

10.4.14. FONTANERÍA.

Clave	Descripción	Medición	Precio unitario	Importe
14.1	Ud. Contador de 13mm para red de abastecimiento de agua en la nave. Según Normas del Canal de Isabel II.	1,00 Ud.	155,30	155,30
14.2	ml Tubería de 20 mm de diámetro de acero galvanizado desde contador hasta registro de nave de taller.	28,00 ml	22,33	625,24

14.3	ml Tubería PVC de 15 mm de diámetro para agua fría. Distribución.	80,00 ml	19,60	1568,00
14.4	ml Tubería de acero galvanizado de 15 mm de diámetro para agua caliente, calorifugada con tubo de PVC rizado, totalmente ejecutado incluso medios auxiliares y mano de obra y ejecución.	24,00 ml	24,50	588,00
14.5	Ud. Termo eléctrico instalado.	1,00 Ud.	400,25	400,25
14.6	Ud. Inodoros de porcelana vitrificada de color blanco, totalmente instalados, incluso conexiones a desagües y bajantes.	3,00 Ud.	270,25	810,75
14.7	Ud. Plato de ducha de 0,85x0,85 de porcelana vitrificada, totalmente instalados, incluso conexiones a saneamientos y red de abastecimiento de agua.	6,00 Ud.	140,20	841,20
14.8	Ud. Lavabo en porcelana vitrificada de color blanco, totalmente instalado, incluso conexiones a bajante y red de abastecimiento de agua. Según NTE/IFF-30, IFC-38 y ISS-22/23.	3,00 Ud.	90,30	270,90
TOTAL			5259,64	

Tabla 10.22. Resumen presupuesto de fontanería