



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2015 / 2016

DISEÑO Y CÁLCULO DE NAVE INDUSTRIAL DESTINADA A METALISTERÍA

RESUMEN

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE Alaitz
 APELLIDOS Gardoki Gonzalez

FDO.:

FECHA: 8-06-2016

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE Irantzu
 APELLIDOS Uriarte Gallastegui
 DEPARTAMENTO Ingeniería Mecánica

FDO.:

FECHA: 17-06-2016

RESUMEN

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
2. UBICACIÓN	1
3. DOCUMENTACIÓN	2
4. REQUISITOS DE DISEÑO	2
5. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE PROYECTADA	3
5.1. Estructura metálica	3
5.2. Cimentación	5
5.3. Puente grúa	6
5.4. Cerramientos.....	7
5.5. Forjado.....	8
5.6. Distribución interior	8
5.7. Solera, pavimentos y alicatados.....	8
5.8. Instalaciones	9
5.8.1. Instalación de seguridad contra incendio	9
5.8.2. Red de evacuación de aguas	9
5.8.3. Red de abastecimiento de agua potable.....	9
5.8.4. Ascensor.....	9
5.9. Urbanización	9
6. PLANOS	10
7. PRESUPUESTO	12
8. NORMAS Y REFERENCIAS	13
8.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	13
8.2. Bibliografía	14
8.3. Programas de cálculo	15

1. OBJETO DEL PROYECTO

El presente proyecto, que se desarrolla como Trabajo de Fin de Grado para la obtención del título de Grado en Ingeniería Mecánica, tiene como fin realizar el diseño y el cálculo de una nave industrial en la cual la metalistería ALGES S.L. pueda desarrollar las actividades propias de su empresa, que consisten en la fabricación de estructura metálica.

El desarrollo del presente proyecto se realiza respondiendo a la necesidad de la empresa ALGES de hacerse con unas instalaciones propias, ya que ha desarrollado sus 9 años de actividad en una nave en alquiler. El aumento en la demanda sufrido en la última etapa y las ganas de seguir creciendo en el mercado han motivado su necesidad por hacerse con unas instalaciones propias, suficientemente amplias y que le brinden cierto nivel de modernidad al edificio.

2. UBICACIÓN

La nave industrial se ubica en la parcela 3.2. del Polígono Urazandi, en el municipio vizcaíno de Erandio. Dicha parcela comparte junto a la 3.1. una manzana al Sur-Este del Polígono, que se encuentra en colindancia al municipio de Sondika. El Polígono Urazandi entra dentro del sector Q clasificado por las Normas Subsidiarias (NNSS) del ayuntamiento de Erandio y su suelo está clasificado como apto para urbanizar industria.



Figura 1. Distribución de parcelas en el Polígono Urazandi (Erandio)

El Polígono se encuentra pegado a la ría de Asua y el acceso al mismo se realiza a través de un puente. Se encuentra bien comunicado por carretera, a escasos metros de la salida de la N-637, más conocida como “Corredor del Txorierrí”. El Polígono dispone de 73.907 m² en los que se encuentran instaladas un total de 37 empresas, por lo que está prácticamente urbanizado.

La parcela 3.2., de geometría casi rectangular y alineaciones curvilíneas, presenta unas dimensiones de 28,5x68 m, ocupando una superficie de 1938 m². El terreno de la parcela se encuentra prácticamente nivelado, pero presenta altos niveles de maleza ya que la parcela se ha encontrado siempre en desuso.

Más de un 75% del suelo del Polígono se encuentra construido y la experiencia en las parcelas vecinas verifica que el Polígono cuenta con un suelo en el que predominan la grava y la gravilla. Dada su cercanía a la ría Asua, el nivel freático del terreno se establece a 2 m de profundidad.

3. DOCUMENTACIÓN

La documentación del presente proyecto se rige por la Norma UNE 157001 y el Código Técnico de la Edificación (CTE), y se resume en la siguiente:

DOCUMENTO 1: ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 2: MEMORIA

DOCUMENTO 3: ANEXOS

DOCUMENTO 4: PLANOS

DOCUMENTO 5: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 6: ESTADO DE LAS MEDICIONES

DOCUMENTO 7: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 8: ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA:

8.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIO

8.3. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

8.4. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

4. REQUISITOS DE DISEÑO

La nave diseñada debe adecuarse a las necesidades de la empresa ALGES S.L. y contar con unas dimensiones suficientemente amplias para que

la empresa pueda desarrollar sus labores sin impedimentos. Resulta necesaria la incorporación de un puente grúa, de 10 tn de capacidad de carga, que facilite los trabajos de manejo de materiales y productos.

Asimismo la edificación proyectada debe cumplir la normativa urbanística del municipio de Erandio, que se encuentra regulada por las Normas Subsidiarias (NNSS) y el Plan General de Ordenación Urbana (PGOU).

5. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE PROYECTADA

5.1. Estructura metálica

Atendiendo a los requisitos de diseño y a la normativa vigente, la nave proyectada cuenta con unas **dimensiones de 21x56 m**, ocupando una superficie de **1176 m²**. La nave cuenta con **cubierta a dos aguas**, con una **inclinación de 5°** respecto a la horizontal y se realiza mediante **estructura metálica**. Se disponen un total de **9 pórticos distanciados 7 m** entre sí.

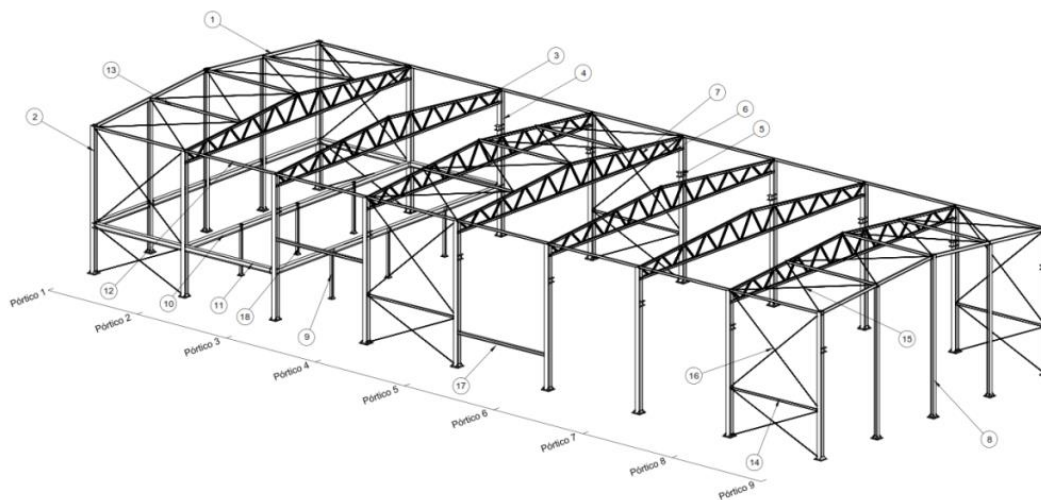


Figura 2. Estructura 3D de la nave

Para salvar los 21 m de luz con los que cuenta la nave y evitar el uso de vigas de cantos importantes, que repercutan negativamente en el cálculo de la estructura debido a su gran peso propio, se propone el uso de una **celosía Warren** realizada mediante perfiles tubulares cuadrados. Se opta por el uso de una celosía de este tipo, ya que dispone únicamente de un cordón superior, uno inferior y diagonales que unen el cordón superior con el inferior, eliminando las montantes. Por lo que presenta una buena relación resistencia-peso. Dicha celosía además de aligerar en cierto modo la estructura, le brindará una agradable apariencia al interior de la nave.

Se diseñan dos tipos de pórtico diferentes: los **pórtico tipo**, que cuentan con celosías Warren y los pórticos **hastiales**, que se trata de pórticos de alma llena realizados mediante perfiles laminados.

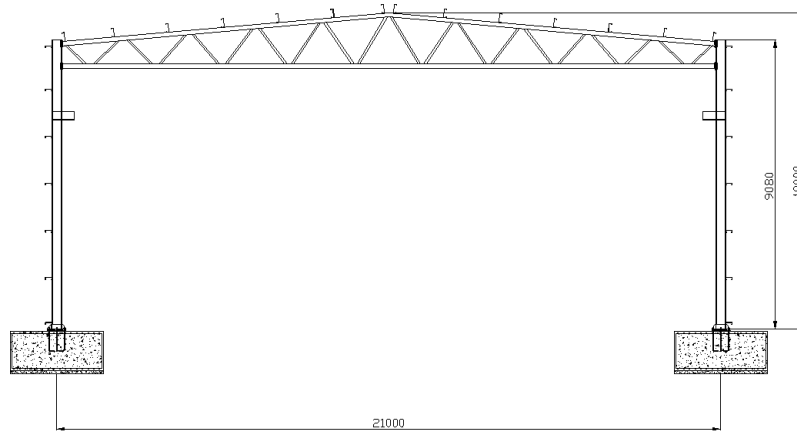


Figura 3. Pórtico tipo

- **Cordón superior:** SHS 140x140x10
- **Cordón inferior:** SHS 140x140x10
- **Diagonales:** SHS 80x80x8
- **Pilares:** HEB 320
- **Ménsulas:** HEB 280

La nave cuenta asimismo con una estructura de entreplanta en sus dos primeros vanos compuesta por vigas cargadero IPN 320, pilares HEB 140 y correas HEB 240.

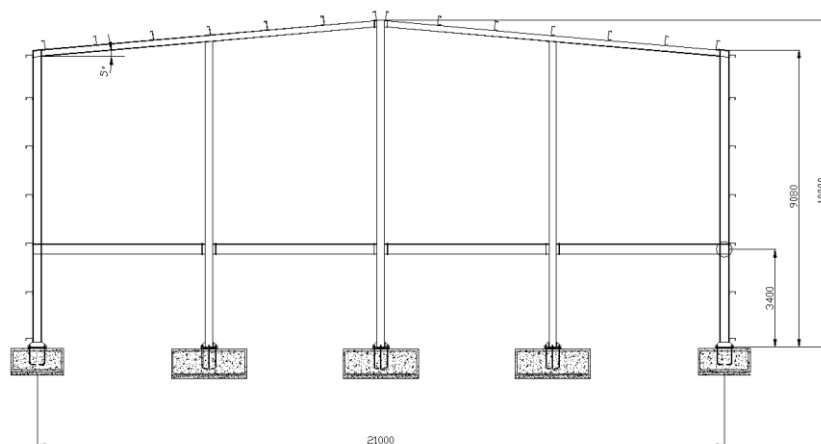


Figura 4. Pórtico hastial delantero

- **Vigas:** IPN 200
- **Pilares:** HEB 280
- **Ménsulas:** HEB 280
- **Viga cargadero entreplanta:** IPN 320

- **Pilar entreplanta:** HEB 140

La gran mayoría de uniones metálicas se han realizado mediante **soldadura** valorando su rapidez en la ejecución y buena apariencia. Pese a ello ciertas uniones, como es el caso de la unión entre los cordones de la celosía y los pilares de los pórticos, se ha realizado atornillada.

Las uniones entre la cimentación y los pilares de los pórticos se han resuelto mediante **placas de anclaje** en acero S275, con pernos embebidos en el hormigón, que cuentan con sus respectivas **tuercas**. Mediante el apriete de dichas tuercas es posible realizar la nivelación y aplomación de los pilares. La estructura cuenta con un total de 5 tipos de placas de anclaje, cuyos detalles pueden consultarse en sus respectivos planos.

La nave se **arriostra**, tanto en cubierta como en laterales, mediante **tirantes en Cruz de San Andrés** enmarcados en sus correspondientes **bastidores**, formados por perfiles laminados. Se disponen además **vigas de atado**, que unen las cabezas de los pilares y realizan también la labor de arriostramiento.

Asimismo se realiza una **junta de dilatación** en el pórtico nº 5, que permite desprestigiar los esfuerzos producidos por variaciones térmicas en el cálculo de la estructura. Dicha junta se realiza en todos los elementos longitudinales de la nave: correas, vigas de atado y vigas carril. Se resuelve rompiendo con la continuidad de los elementos y empleando agujeros rasgados, que permitan su libre dilatación.

5.2. Cimentación

Basándose en la experiencia en las edificaciones colindantes, la cimentación se ha resuelto mediante zapatas cuadradas aisladas unidas mediante vigas de atado.

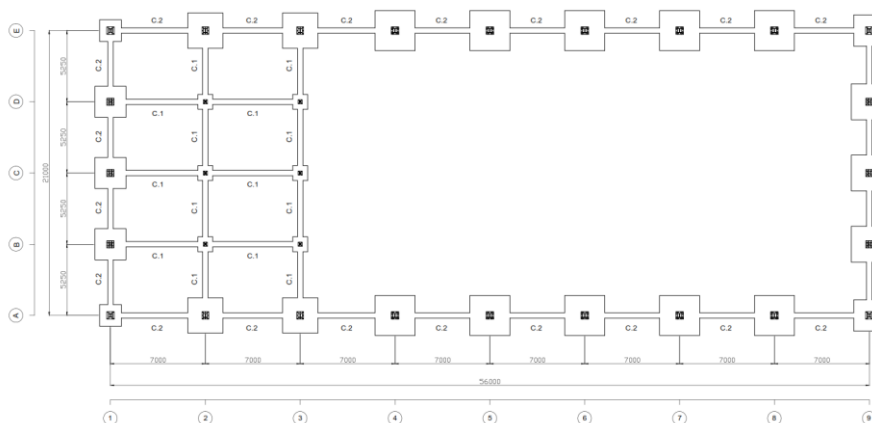


Figura 5. Cimentación del edificio

La cimentación cuenta con 7 tipos de zapatas y 2 tipos de vigas de atado de diferentes dimensiones, cuyos detalles pueden consultarse en sus respectivos planos.

5.3. Puente grúa

Se realiza la instalación del puente grúa modelo birrail "ZLK" de la firma ABUS, para 10 tn de carga, 42 m de camino de rodadura y 21 m de luz.



Figura 6. Puente grúa birrail de la firma ABUS

Resulta necesario el cálculo de la viga carril sobre la que deslizará el puente grúa. Dicho cálculo se realiza mediante el software CRANEWAY de Dubla y como resultado se obtiene el perfil HEB 400 y el carril SA-75.

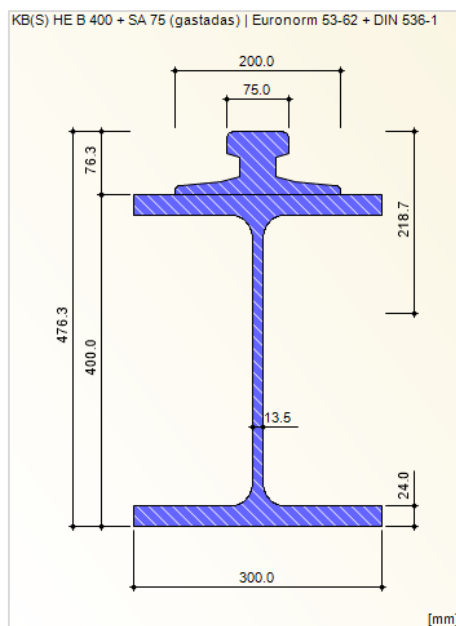


Figura 7. Sección de la viga carril (Perfil HEB 400+ Carril SA-75)

5.4. Cerramientos

Los cerramientos del edificio se resuelven mediante **panel sándwich**. Se opta por esta solución, tanto en cubierta como en fachada, ya que se trata de un tipo de cerramiento ligero, que no repercute negativamente en el cálculo de la estructura y que además mejora la habitabilidad interior del edificio sin necesidad de ningún tipo de aislamiento adicional.

El cerramiento de cubierta es el modelo “**Ondatherm 1150 C**” mientras que el de cerramiento de fachada es el modelo “**Arga Plus1000**”, ambos de la firma Arval.

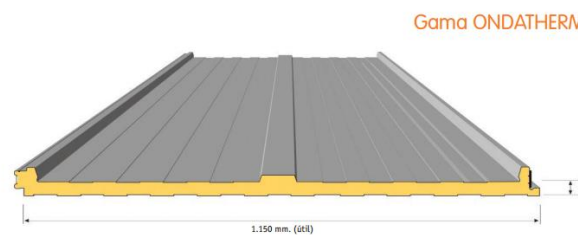


Figura 8. Panel sándwich “Ondatherm 1150C”

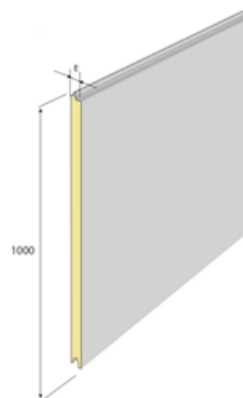


Figura 9. Panel sándwich “Arga Plus 1000”

Los cerramientos se atornillan a **correas conformadas en C** mediante tornillos autorroscantes. Se opta por este tipo de perfiles, dada su buena relación resistencia-peso en comparación a los perfiles laminados. Las correas se sujetan a su vez, a los cordones superiores de la celosía y a los pilares mediante ejiones.

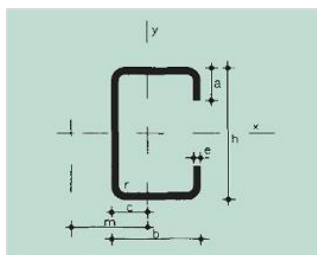


Figura 10. Correas conformadas en C

5.5. Forjado

El forjado de la entreplanta se resuelve mediante chapa de **forjado colaborante** modelo “**Haircol 59**” de la firma Europerfil.

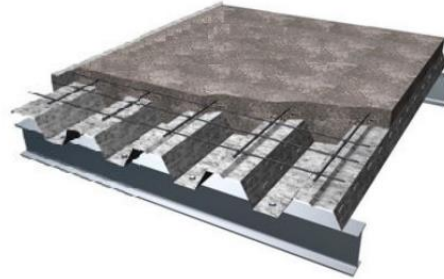


Figura 11. Losa de forjado colaborante “Haircol 59” de la firma Europerfil

5.6. Distribución interior

En lo que respecta a la distribución interior del edificio, la nave se divide en dos zonas: la **zona administrativa y de oficinas** y la **zona de taller**.

- La **zona administrativa** se ubica en los dos primeros vanos del edificio. En esta zona se encuentran los aseos, vestuarios, oficinas, comedor y demás zonas para el disfrute del personal. La comunicación entre ambos niveles de la nave se realiza mediante escalera metálica, con pisa de chapa lagrimada y barandilla de acero inoxidable, y ascensor, que facilita el acceso de personas con movilidad reducida a todos los espacios del edificio.
- La **zona de taller** es, sin duda, la más amplia del edificio, ocupa los seis vanos restantes y cuenta con la instalación del puente grúa. Además dispone de un portón basculante de dimensiones 5x5 m que facilita las labores de carga y descarga de camiones en el interior de la nave.

5.7. Solera, pavimentos y alicatados

En el interior de la nave se vierte una **solera de hormigón** de 35 cm de espesor a la que posteriormente se le aplica un acabado mediante **resina epoxídica “Compodur RC”** de la firma Composan.

La compartimentación interior del edificio se realiza mediante **placas de yeso laminado** de la firma **Pladur**, a las que resulta necesario añadir **lana de roca** para mejorar la habitabilidad de los diferentes espacios del edificio. Asimismo se emplea un tipo de **pavimento elevado registrable** de la firma Polygroup, en la zona de oficinas, que crea un espacio debajo del suelo, que

permite que servicios como la alimentación eléctrica, la telefonía o el agua estén disponibles en cualquier punto. El alicatado de los aseos y vestuario se realiza mediante **baldosas porcelánicas de gres** de la firma Porcelanosa.

5.8. Instalaciones

5.8.1. Instalación de seguridad contra incendio

Se lleva a cabo la instalación de un sistema de detección de incendios convencional compuesto por: centralita, detectores automáticos, pulsadores manuales, sirenas óptico-acústicas, etc. Además de la instalación de los extintores de polvo ABC de 6 k que se han considerado necesarios.

5.8.2. Red de evacuación de aguas

Se lleva a cabo la instalación de una red de saneamiento separativa, en la que se diferencian la red de aguas pluviales y la red de aguas fecales.

5.8.3. Red de abastecimiento de agua potable

Se lleva a cabo la instalación de la red de abastecimiento de agua potable del edificio, en la que se diferenciarán la red de agua fría y la red de agua caliente.

5.8.4. Ascensor

Se lleva a cabo la instalación del **ascensor eléctrico “Schinder 3100”** . Para ello el presente proyecto contempla el cálculo de la estructura que lo sustentará y la realización del foso de ascensor.

5.9. Urbanización

Los trabajos de **urbanización** se ciñen al **interior de la parcela** y contemplan los siguientes:

- Asfaltado interior de toda la parcela, que facilite el paso de vehículos.
- Cerramiento de la parcela mediante un vallado mixto e instalación de puertas de acceso para peatones y vehículos.
- Cerramiento de la parte trasera del edificio mediante valla de acero galvanizada.
- Proyección de 13 aparcamientos interiores.

6. PLANOS

Nº PLANO	TÍTULO	FORMATO
1	UBICACIÓN I	A3
2	UBICACIÓN II	A3
3	PARCELARIO	A3
4	PLANTA CIMENTACIÓN	A3
5	PLACAS DE ANCLAJE	A3
6	ZAPATAS	A2
7	VIGAS DE ATADO	A3
8	ESTRUCTURA 3D	A3
9	PÓRTICO TIPO	A3
10	PÓRTICO TIPO. PLANO DE DETALLE	A3
11	PÓRTICO HASTIAL DELANTERO	A3
12	PÓRTICO HASTIAL TRASERO	A3
13	PÓRTICO HASTIAL. PLANO DE DETALLE I	A3
14	PÓRTICO HASTIAL. PLANO DE DETALLE II	A3
15	PÓRTICO ENTREPLANTA I	A3
16	PÓRTICO ENTREPLANTA II	A3
17	PÓRTICO ENTREPLANTA. PLANO DE DETALLE	A3
18	CELOSÍA	A2
19	ARRIOSTRAMIENTO DEL CORDÓN INFERIOR DE LA CELOSÍA	A2
20	ENTRAMADO LATERAL	A3
21	PLANTA DE LA NAVE	A3

Nº PLANO	TÍTULO	FORMATO
22	ENTRAMADO LATERAL Y PLANTA. PLANO DE DETALLE	A3
23	FORJADO	A3
24	SOLERA	A3
25	SOLERA.PLANO DE DETALLE	A3
27	CORREAS Y CANALÓN	A3
28	JUNTA DE DILATACIÓN Y CUMBRERA	A3
29	DISTRIBUCIÓN	A2
30	ESTRUCTURA ASCENSOR	A3
31	ESCALERA	A3
32	ACABADOS	A3
33	URBANIZACIÓN	A3
34	URBANIZACIÓN. VALLADO DE PARCELA	A3
35	ALZADOS	A3
36	MEMORIA CARPINTERÍA	A3
37	SANEAMIENTO. RED DE AGUAS PLUVIALES	A2
38	SANEAMIENTO. RED DE AGUAS FECALES	A3
39	FONTANERÍA	A3
40	EMERGENCIAS	A3

7. PRESUPUESTO**8. PRESUPUESTO GENERAL**

CAPÍTULO	IMPORTE
CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS, EXCAVACIÓN Y RELLENO	31.678,77 €
CAPÍTULO 2: CIMENTACIÓN Y HOMIGONADO	53.230,4 €
CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA METÁLICA	217.916,64 €
CAPÍTULO 4: PUENTE GRÚA	48.500 €
CAPÍTULO 5: CERRAMIENTOS	146.779,02 €
CAPÍTULO 6: ALBAÑILERÍA	77.395,05 €
CAPÍTULO 7: CAPINTERÍA METÁLICA	32.312,51 €
CAPÍTULO 8: PINTURAS	23.333,96 €
CAPÍTULO 9: FONTANERÍA Y RED DE SANEAMIENTO	12.926,01 €
CAPÍTULO 10: URBANIZACIÓN	92.241,75 €
CAPÍTULO 11: ASCENSOR	15.000 €
CAPÍTULO 12: SEGURIDAD Y SALUD	36.738,06 €
CAPÍTULO 13: SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	7.447,64 €
CAPÍTULO 14: CONTROL DE CALIDAD	11.015,01 €
CAPÍTULO 15: GESTIÓN DE RESIDUOS	2.032,76 €
Total ejecución material	808.547,58 €
13% gastos generales	105.111,19 €
6% Beneficio industrial	48.512,85 €
Total presupuesto contrata	962.171,62 €
21% IVA	202.056,04 €
TOTAL PRESUPUESTO	
CONTRATA (IVA INCLUIDO)	1.164.227,66 €

**EL PRESUPUESTO DE CONTRATA (IVA INCLUIDO) ASCIENDE A
1.164.227,66 €,**

**UN MILLON CIENTO SESENTA Y CUATRO MIL DOSCIENTOS VEINTISIETE
EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS DE EURO.**

8. NORMAS Y REFERENCIAS

8.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Al tratarse de una obra de nueva construcción el principal marco normativo que ha de seguirse en todo momento es el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todos sus Documentos Básicos (DB), que regulan la calidad de la construcción del edificio y sus instalaciones para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad en él. Se destaca particularmente la aplicación de los siguientes Documentos Básicos:

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

Además se consideran:

- Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08).
- Norma UNE 76-201-88, en la cual se fijan las bases de cálculo para los caminos de rodadura de los puentes grúa de construcción metálica.
- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra Incendios en establecimientos industriales.
- R.D. 209/2014, de 28 de octubre, por el que se regula el control de calidad en la construcción.
- R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el cual se regula la gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley 2/2006, de 30 de junio, por la cual se regula el urbanismo en la comunidad autónoma del País Vasco.
- Normativa urbanística del ayuntamiento de Erandio:
 - Normas Subsidiarias (N.N.S.S.) de Erandio aprobadas por B.O.B. nº126, de junio de 1993.
 - Plan Parcial del Sector Q de las N.N.S.S. de Erandio, aprobado mediante Orden Foral nº 266/2001, de 5 de abril.
 - Proyecto de Reparcelación del Sector Q de las N.N.S.S. de Erandio, aprobado por Decreto de Alcaldía nº 2.117/2003, del 17 de octubre.
 - Proyecto de Urbanización en desarrollo del Plan Parcial del Sector Q de las N.N.S.S. de Erandio, aprobado por Decreto de Alcaldía nº 2.664/2004 del 15 de noviembre.

- Estudio de Detalle para la readaptación de las alineaciones y rasantes del Sector Q de las N.N.S.S. de Erandio, presentado en el Ayuntamiento de Erandio con fecha de entrada 15 de noviembre de 2005.

8.2. Bibliografía

➤ Libros y guías de interés:

- Nonnast, Robert (1991): *El proyectista de estructuras metálicas, Tomo I y II.*
- Argüelles, Ramón (1975): *La estructura metálica de hoy, Tomo I y II.*
- Argüelles Álvarez, Ramón, Argüelles Bustillo, Ramón, Argüelles Bustillo, José María, Arriaga Martitegui, Francisco, Atienza Reales, José Ramón (2005): *Estructuras de acero. Cálculo.*
- Reyes, Antonio Manuel (2006): *CYPE. Cálculo de estructuras metálicas con Metal 3D.*
- Arizmendi Barnes, Luís Jesús: *Cálculo y Normativa básica de las Instalaciones en los edificios, Tomo I.*
- Ministerio de Empleo y Seguridad Social: *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo.*
- EUITI-BI (2013-2014): *Apuntes de Estructuras y Construcciones Industriales.*
- EUITI-BI (2013-2014): *Apuntes de Elasticidad y Resistencia de Materiales.*
- EUITI-BI (2014-2015): *Apuntes de Arquitectura Industrial.*

➤ Páginas web de interés:

- CYPE Ingenieros (<http://www.cype.es/>)
- Generador de precios CYPE (<http://www.generadordeprecios.info.com/>)
- Ayuntamiento de Erandio (<http://www.erandio.net/>)
- PGOU de Erandio (<http://erandiopgou.com/>)
- Código Técnico de la Edificación (<http://www.codigotecnico.org/>)
- Constructalia (<http://www.constructalia.com/>)
- AENOR (<http://www.aenor.es/>)
- Foro Soloarquitectura (<http://www.soloarquitectura.com/>)
- GISLUR (<http://www.gislur.com/>)
- BOE (<http://www.boe.es/>)
- Google Maps (<http://www.google.es>maps/>)

➤ **Prontuarios y catálogos de interés**

- Catálogo “GLOBALROOF-Soluciones de cubierta” de la firma ARVAL.
- Catálogo “Paramentos de fachada” de la firma ARVAL.
- Catálogo puentes grúa de la firma ABUS.
- Catalogo “Forjado colaborante” de la firma Europerfil.
- Catálogo de productos de la firma Roca.
- Catalogo “Gama de productos Pladur” de la firma Pladur.
- Catalogo “Pavimentos cerámicos” de Porcelanosa.
- Catalogo “Suelo técnico. Gamaflor Full Steel” de la firma Polygroup.
- Catálogo “Catálogo de productos Composan” de la firma Composan.
- Prontuario “Tubo Estructural” de Condesa.
- Prontuario “Perfiles laminados”
- Prontuario “Perfiles conformados en frío”

8.3. Programas de cálculo

➤ **Generador de pórticos (CYPE)**

Módulo del programa informático CYPE que permite crear de forma rápida la geometría de un pórtico de la nave, definiendo las cargas de peso propio, uso, nieve y viento que actúan sobre él. Permite el dimensionamiento de las correas de cubierta y laterales, ofreciendo la opción de optimizar el perfil y la separación entre las mismas. Una vez realizado el cálculo de las correas ofrece la opción de exportar la obra a Nuevo Metal 3D, para poder continuar con ella.

➤ **Nuevo Metal 3D (CYPE)**

Módulo del programa informático CYPE, que ofrece la posibilidad de continuar con la obra creada en el Generador de pórticos, o empezar una obra nueva desde cero, añadiendo todas las barras y nudos necesarios para definir la estructura en su totalidad. El módulo Nuevo Metal 3D ha sido concebido para el cálculo de estructuras metálicas y basa su cálculo en el método matricial

➤ **CESPLA**

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

➤ CRANEWAY

Programa informático que realiza el cálculo de vigas carril para puentes grúa según EN 1993-6:2008-9 y DIN 4132:1981-02 y DIN 18800:1990-11.

Realiza un análisis de tensiones para puentes grúa y soldaduras, análisis de fatiga, análisis de formaciones, cálculo de abolladura y análisis de estabilidad para pandeo lateral.

➤ AutoCAD

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