



GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2016 / 2017

CONSTRUCCIÓN DE NAVE INDUSTRIAL CON GRÚA PUENTE PARA LA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE VENTANAS INGEVEN S.A.

DOCUMENTO 9: RESUMEN

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE DELIA
APELLIDOS PRADA RICO
DNI 45890632C

FDO.:

FECHA: 7-09-2017

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE JUAN ESTEBAN
APELLIDOS LARAUDOGOITIA ALZAGA
DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA: 7-09-2017

ÍNDICE

9. RESUMEN	2
9.1. MEMORIA.....	2
9.1.1. Objeto del proyecto.....	2
9.1.2. Alcance del proyecto	2
9.2. ANEXOS	3
9.2.1. DATOS DE PARTIDA.....	3
9.2.1.1. Cargas permanentes.....	3
9.2.1.1.1. Cubiertas	3
9.2.1.1.2. Cerramiento lateral.....	3
9.2.1.2. Cargas variables	3
9.2.1.2.1. Sobrecarga de uso	3
9.2.1.2.2. Sobrecarga de nieve	4
9.2.1.2.3. Sobrecarga de viento	4
9.2.1.2.4. Acciones térmicas	5
9.2.1.2.5. Acciones térmicas	5
9.2.2. REQUISITOS DE DISEÑO.....	5
9.2.3. SOLUCIONES PROPUESTAS.....	6
9.3. PLANOS.....	9
9.4. PRESUPUESTO	10
9.5. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	11

9. RESUMEN

9.1. MEMORIA

9.1.1. Objeto del proyecto

El objetivo de este proyecto es aportar la información necesaria para la realización de una nave industrial con grúa puente para una empresa de fabricación de ventanas llamada INGEVEN S.A.

La nave se construirá en Gallarta, municipio de Abanto y Zierbena (Bizkaia), en el polígono industrial EL CAMPILLO.

El solar tiene una superficie de 11.250m² (150m x 75m), la nave destinada a la fabricación de ventanas a construir tendrá una superficie de 800 m² (40m x 20m) y 7,76m de altura, a la que irá adosado un habitáculo destinado a vestuarios, cuya superficie será de 50m²(10m x 5m) con una altura de 3m. El resto del solar estará destinado a oficinas, parking y almacén para los productos realizados.

Debido a que la actividad que se realizará en el interior de la nave será construcción de ventanas, se dotará a la nave de un puente grúa destinado a facilitar movimientos de material y productos de un lado a otro de la misma.

Para poder destinar todo el espacio de la nave a la producción, se ha decidido situar los vestuarios en el exterior de la misma y ponerles el acceso por el exterior, evitando así posibles accidentes.

9.1.2. Alcance del proyecto

Según la norma UNE 157001/2002, este proyecto incluirá los siguientes documentos con sus principales apartados:

Documento 1: Índice

Documento 2: Memoria

Documento 3: Anexo de cálculos

Documento 4: Planos

Documento 5: Pliego de condiciones

Documento 6: Mediciones

Documento 7: Presupuesto

Documento 8: Estudios con entidad propia:

8.1 Seguridad y salud

8.2 Gestión d residuos

8.3 Control de calidad

Documento 9: Resumen

9.2. ANEXOS

9.2.1. DATOS DE PARTIDA

9.2.1.1. Cargas permanentes

Las cargas permanentes consideradas en el cálculo de toda la estructura, son las debidas al peso propio de cada elemento.

Todas las acciones se calcularán en base al Documento de Seguridad Estructural – Acciones en la edificación (DB-SE-AE).

9.2.1.1.1. Cubiertas

La nave tiene dos tipos de cubierta, una de las zonas (la nave principal) tiene cubierta a dos aguas y el adosado (vestuarios) tiene cubierta plana.

Se ha optado como solución por un panel tipo sándwich para los dos tipos de cubierta, que es apto para los dos casos.

En concreto, la cubierta elegida es la siguiente:

Panel Sándwich de Cubierta autoportante con núcleo aislante de espuma de poliuretano con una densidad de 40kg/m³ de 30mm de espesor y fijaciones ocultas de la página web [www. Panelaragon.com](http://www.Panelaragon.com).

El peso propio de la cubierta es de 9,30 kg/m² (0,091kN/m²).

9.2.1.1.2. Cerramiento lateral

Para el cerramiento lateral se ha elegido el siguiente panel sandwich:

Panel Sandwich metálico autoportante de Fachada con núcleo aislante de espuma de poliuretano de 50mm de espesor. Fabricado en chapas de acero galvanizado y prelacado según norma UNE 10326 con tratamiento especial frente a la corrosión. Fijaciones Ocultas.

El peso propio de panel es de 9,5 kg/m² (0,093kN/m²).

9.2.1.2. Cargas variables

9.2.1.2.1. Sobrecarga de uso

Para hallar la sobrecarga de uso se consultará el Código Técnico de la Edificación, en concreto el DB-SE-AE el punto 3.1 que hace referencia a la sobrecarga de uso.

En el caso de esta nave, tenemos categoría G1, que son cubiertas accesibles únicamente para conservación, concretamente cubiertas ligeras sobre correas sin forjado.

Se obtienen dos posibles sobrecargas: $0,4\text{kN/m}^2$ y carga puntual (1kN). Tras realizar varias comprobaciones, se obtiene que la mas desfavorable es que la carga uniforme:

$$q_u = 0,4\text{kN/m}^2 \times \cos 10^\circ = 0,3939\text{kN/m}^2$$

9.2.1.2.2. Sobrecarga de nieve

Para realizar el cálculo de la sobrecarga de nieve, se debe consultar el punto 3.5 del DB-SE-AE, en el cual indica que:

Como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, q_n , puede tomarse:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

μ : coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3 del DB-SE-AE.

$$\mu = 1 + \beta/30^\circ$$

$$\mu = 1 + 10^\circ/30^\circ = 1,33$$

s_k : el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2 del DB-SE-AE.

La altitud del terreno sobre el que se va a construir la nave es de 171m.

Para 171 m nos da una sobrecarga de nieve de **$S_k = 0,471 \text{ KN/m}^2$** .

Por lo tanto, una vez obtenidos estos datos, se puede hallar la sobrecarga de nieve:

$$q_n = 1,33 \times 0,4714\text{Kn/m}^2 = 0,626\text{Kn/m}^2$$

$$0,626\text{kN/m}^2 \times \cos 10^\circ = 0,617\text{kN/m}^2$$

9.2.1.2.3. Sobrecarga de viento

Tomando como referencia el CTE DB SE AE 3.3.2, la acción del viento es considerada como fuerza perpendicular al plano de la cubierta y con valor:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

q_b : la presión dinámica del viento.

c_e : el coeficiente de exposición

c_p : el coeficiente eólico o de presión

En el anexo de cálculos se realiza un desarrollo de estas fórmulas en función de la geometría de la nave para el estudio de cerramientos y estructura.

9.2.1.2.4. Acciones térmicas

Según DB SE AE apartado 3.4 no es preciso calcularlas.

9.2.1.2.5. Acciones térmicas

Según CTE no es preciso calcularlas.

9.2.2. REQUISITOS DE DISEÑO

Con el fin de determinar los parámetros geotécnicos del terreno se ha efectuado una campaña de reconocimiento consistente en un sondeo a rotación con extracción continua de testigo, toma de muestras inalteradas y colocación de un tubo piezométrico con el fin de determinar la cota del nivel freático. Se ha realizado un informe geotécnico de este terreno que ha servido como referencia para el estudio de la cimentación.

Del informe geotécnico se deduce que es un terreno sin cohesión, con un predominio de grava y gravillas en torno a un 65%. Este tipo de terreno se encuentra a una profundidad bastante uniforme respecto a la urbanización y que no existen variedades significativas en toda la parcela.

Para la ejecución del proyecto se han tenido en cuenta, tanto el informe geotécnico como la experiencia en las parcelas colindantes donde una zona industrial amplia.

La presión admisible sobre el terreno, bajo cargas, depende principalmente de la propia naturaleza del terreno y de la profundidad y anchura del cimiento, en nuestro caso la tensión que será capaz de soportar el terreno será 3 Kg/cm².

Ultimas consideraciones: En función del sondeo realizado, se trata de un terreno gravera que se clasifica como suelo sin cohesión.

En función de estos datos se ha dimensionado una estructura cimentada directamente sobre terreno a una profundidad de 1000mm desde la cota 0 de solera, por lo que la altura de la estructura de la nave aumentará 1 m, por lo tanto tendrá 8,76m de alto (de los cuales 1m irá enterrado), y el adosado tendrá una altura de 4m (de los cuales 1m irá enterrado).

Una vez realizadas algunas catas del terreno mediante retroexcavadora, se ha optado por diseñar la cimentación de la nave a base de zapatas aisladas unidas mediante vigas de atado para evitar los desplazamientos.

Por petición del cliente, se instalará un puente grúa en la nave, por lo que debido a las cargas que transmite este puente grúa, la nave se construirá mediante estructura de acero. Los cerramientos tanto de fachada como de cubierta se realizarán mediante panel tipo sándwich, y muro perimetral de

hormigón hasta una altura sobre cota cero de 1500mm. En la cubierta, entre las chapas se intercalaran paneles traslucidos.

9.2.3. SOLUCIONES PROPUESTAS

La nave se construirá mediante estructura de acero debido a la instalación del puente grúa, ya que el acero absorbe mejor los movimientos.

La estructura primaria, la constituyen pórticos formados por marcos rígidos de acero S 275 compuestos de vigas y pilares. Los distintos tramos del pórtico se sueldan en fábrica, ensamblando en el montaje los distintos componentes mediante tortillería calibrada de alta resistencia.

Los pórticos, se unirán a las cimentaciones mediante pernos de anclaje embebidos en las zapatas.

La estructura secundaria se compone de correas a base de Perfiles en IPE. Las correas se laminan en caliente y a partir de acero galvanizado. En los apoyos de los pórticos se produce un solape de dichas correas, lo que hace que trabajen como vigas continuas. La carga de Zinc es de 275 gr/m² consiguiendo un espesor de 20 micrones sobre cada cara.

Se han previsto arriostramientos formados por barras de acero en techo y paredes en forma de cruz de San Andrés con objeto de absorber los empujes horizontales del viento y la grúa.

La cubierta será tipo sándwich formada por chapa exterior, aislamiento interior y chapa interior, cuyo espesor del conjunto son 30mm.

Se colocará lucernario formado por doble placa de poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Cimentación

Está basada en zapatas aisladas. Se construirán con hormigón armado de 25 Mpa. (HA-25). El acero para las armaduras será un acero corrugado B 400 S. En las zapatas irán embebidos pernos de anclaje para los pilares metálicos.

Existen 15 tipos diferentes de zapatas las cuales se describen minuciosamente en el apartado de "planos", así como los diferentes tipos de vigas de atado y placas de anclaje.

Estructura de los pórticos

La estructura de la nave, está formada por pórticos, con pilares metálicos de acero para todos los pilares de los pórticos, la distancia entre pórticos es constante a lo largo de toda la longitud de la nave, 5 metros. A su

vez, la estructura que componen las vigas está compuesta por acero IPE 360 para todas las centrales y IPE 220 para los hastiales. Los pórticos disponen de unos pilarillos que los resolvemos mediante estructuras metálicas HEB 160 ya que su función es de cerrar la nave y no principalmente soportar cargas, excepto las de viento en su dirección. Para los pilares se utilizarán HEB 240 en los centrales y HEB 220 para los hastiales. El acero utilizado para la estructura es un acero S 275.

Viga carril

El cálculo de la viga se ha realizado mediante el programa CRANEWAY, programa que calcula vigas carril para grúas puente y grúas puente suspendidas según EN 1993-6.

Las funciones del programa son las siguientes:

- Análisis de tensiones para puentes grúa y soldaduras
- Análisis a fatiga para puentes grúa y soldaduras
- Análisis de deformaciones
- Cálculo de abolladura para la introducción de cargas en ruedas
- Análisis de estabilidad para pandeo lateral según la teoría de pandeo lateral de 2º orden (MEF de elemento 1D).

Dicho programa realiza el Cálculo de vigas carril para puentes grúa según las normas EN 1993-6, DIN 4132 y DIN 18800.

El perfil seleccionado para la viga carril ha sido:

HEA 400, con carril SA-75 (gastadas).

Se colocarán rigilizadores a lo largo de la viga, cada 2,5m para evitar así la abolladura del alma.

Correas

El cálculo de las correas se ha realizado mediante el programa "Generador de Pórticos" de CYPE.

Las correas de cubierta tanto de la nave principal como del adosado son perfiles IPE140 separadas entre sí 1,60m.

Las correas de fachada tanto de nave principal como de adosado, son perfiles IPE 120 distanciadas 1,50m entre sí.

Las correas de cubierta de la nave principal irán unidas a las vigas IPN 360 y IPN 220 mediante tornillería metálica calibrada, por medio de una chapa en forma de L para suplir la altura del espesor de la correa IPE 140. Las correas de cubierta del adosado irán unidas a las vigas IPE 180 mediante tornillería metálica calibrada igual que en la nave principal.

Las correas de fachada irán unidas a los pilares HEB240 y HEB 220 mediante tornillería metálica calibrada directamente a la estructura a excepción de las esquinas, que por tener un perfil de menores dimensiones, por soportar menor cargas, se utilizará perfil rectangular hueco soldado a una placa de anclaje para amarrar la correa. Las correas de fachada del adosado irán unidas a los HEB 120 de la misma forma que en la nave principal.

Se utilizarán también conectores de chapa para las correas de cubierta. Se colocará una chapa por cada lado de la correa, para garantizar la continuidad de vigas continuas.

Panel sándwich

Se ha seleccionado un Panel Sándwich de Cubierta autoportante con núcleo aislante de espuma de poliuretano con una densidad de 40kg/m^3 de 30mm de espesor y fijaciones ocultas de la página web [www. Panelaragon.com](http://www.Panelaragon.com).

Se ha seleccionado un Panel Sandwich metálico autoportante de Fachada con núcleo aislante de espuma de poliuretano de 50mm de espesor . Fabricado en chapas de acero galvanizado y prelacado según norma UNE 10326 con tratamiento especial frente a la corrosión. Fijaciones Ocultas .

Arriostramientos

Para el arriostramiento de los pórticos de la nave, se colocarán redondos de diferentes diámetros, según la zona, en modo de Cruz de San Andrés. Se puede observar con detalle en el documento "Planos".

9.3. PLANOS

Nº DE PLANO	DESCRIPCIÓN	FORMATO
1	SITUACIÓN	A3
2	PARCELA	A3
3	DISTRIBUCIÓN	A2
4	PLANTA CUBIERTA Y ALZADOS	A2
5	CIMENTACIÓN	A2
6	ZAPATAS Y VIGAS DE ATADO	A2
7	PLACAS DE ANCLAJE	A1
8	3D	A2
9	PÓRTICO 9 Y UNIONES	A1
10	PÓRTICO 9 Y UNIONES	A1
11	PÓRTICO 9 Y UNIONES	A1
12	PÓRTICO 9 Y UNIONES	A1
13	PÓRTICO 8 Y UNIONES	A1
14	PÓRTICO 8 Y UNIONES	A1
15	PÓRTICO 7 Y UNIONES	A1
16	PÓRTICO 7 Y UNIONES	A1
17	PÓRTICO 6 Y UNIONES	A1
18	PÓRTICO 6 Y UNIONES	A1
19	PÓRTICO 5 Y UNIONES	A1
20	PÓRTICO 4 Y UNIONES	A1
21	PÓRTICO 4 Y UNIONES	A1
22	PÓRTICO 3 Y UNIONES	A1
23	PÓRTICO 3 Y UNIONES	A1
24	PÓRTICO 3 Y UNIONES	A1
25	PÓRTICO 2 Y UNIONES	A1
26	PÓRTICO 2 Y UNIONES	A1
27	PÓRTICO 2 Y UNIONES	A1
28	PÓRTICO 1 Y UNIONES	A1
29	PÓRTICO 1 Y UNIONES	A1
30	PÓRTICO 1 Y UNIONES	A1
31	PÓRTICO 1 Y UNIONES	A1
32	PÓRTICO 1 Y UNIONES	A1
33	ENTRAMADO LATERAL	A2
34	ESTRUCTURA DE CUBIERTA	A2
35	SOLERA	A2
36	VIGA CARRIL	A2
37	SECCIÓN NAVE	A1
38	DETALLE PANEL SÁNDWICH	A4
39	SUMINISTRO DE AGUA	A3
40	SANEAMIENTO	A2
41	EVACUACIÓN	A2

9.4. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO TOTAL	
DENOMINACIÓN	IMPORTE
Movimiento de tierras	20.356,41€
Cimentación	28.630,22€
<i>Estructura metálica</i>	193.714,44€
<i>Cerramiento</i>	55.975,45€
<i>Albañilería</i>	8.925,20€
<i>Carpintería</i>	20.147€
<i>Pinturas</i>	89.600€
<i>Fontanería</i>	24.441,45€
<i>Instalación contra incendios</i>	1358,2€
<i>Estudio de seguridad y salud</i>	21.744,47€
<i>Plan de control de calidad</i>	5.892,56€
<i>Plan de gestión de residuos</i>	463,49€
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	471.248,90€
13% GASTOS GENERALES	61.262,36€
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	28.274,93€
TOTAL	560.786,20€

21% IVA	117.765,10€
TOTAL PRESUPUESTO	<u>678.551,30€</u>

Según se justifica en el correspondiente documento de este proyecto, el presupuesto total, asciende a la cantidad de **SEISCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS Y TREINTA CÉNTIMOS DE EURO (678.551,30€)**.

Fdo.:DELIA PRADA RICO

En Bilbao, Septiembre de 2017

9.5. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

Estudio de seguridad y salud

El objeto del presente Estudio es el de establecer las medidas necesarias para la prevención de riesgos de accidentes laborales, enfermedades profesionales y de riesgos a terceros, durante la ejecución de las obras correspondientes a la construcción de una nave industrial.

Servirá para dar unas directrices básicas a las empresas contratistas 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, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre que establece las Disposiciones Mínimas en materia de seguridad y Salud.

Gestión de residuos

Se redacta este Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición que establece, en su artículo 5, entre las obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición la de presentar a la propiedad un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4 y 5 de dicho Real Decreto. Este plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

Control de calidad

El plan de control de calidad tiene por objeto definir el control de los materiales, suministros y procesos de ejecución que deberán realizarse de acuerdo al Programa de Trabajos y siguiendo la normativa vigente al respecto, para el buen término de las obras.

El contratista, de acuerdo a lo establecido en el Pliego de condiciones, es el responsable de la realización del control de calidad de la obra.

