



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# **Diseño de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia).**

**Memoria conjunta**

**Trabajo final de grado**

*Titulación:* Grado en Ingeniería de Obras Públicas

*Curso:* 2015/16

*Autores:* Alejandro Tormos Riera

*Carla Mínguez Martínez*

*Sergio Nadal Espejo*

*Tutor:* Juan Navarro Gregori

*Valencia, septiembre de 2016*

# Índice Memoria Conjunta

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
2. OBJETO Y ALCANCE .....	3
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	4
3.1 Ubicación .....	4
3.2 Características geológicas.....	5
3.2 Características geológicas.....	5
4. PLANEAMIENTO VIGENTE .....	5
5. ELECCIÓN DE SOLUCIÓN ESTRUCTURAL .....	6
6. MATERIALES .....	7
6.1 Hormigón.....	7
6.2 Acero.....	8
6.2.1 Acero pasivo.....	8
6.2.2 Acero activo .....	8
7. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS.....	8
7.1 OFICINAS Y CAVA .....	8
7.2 SALA DE PRENSAS .....	9
7.3 BODEGA .....	10
8. VALORACIÓN ECONÓMICA .....	12
8.1 OFICINAS Y CAVA .....	12
8.2 SALA DE PRENSAS .....	12
9.3 BODEGA .....	12
9. BIBLIOGRAFÍA .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Los autores del presente Trabajo Final de Grado (TFG), titulado: *Proyecto de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia)*. Son Alejandro Tormos Riera, Carla Mínguez Martínez y Sergio Nadal Espejo, estudiantes de Grado de Ingeniería de Obras Públicas en la Universidad Politécnica de Valencia. El trabajo fue asignado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos (ETSICCP) por vía de concierto directo entre tutor y alumno, mediante el siguiente procedimiento:

Por iniciativa propia, el grupo de alumnos formado por Alejandro Tormos Riera, Carla Mínguez Martínez y Sergio Nadal Espejo, se ponen en contacto con D. Juan Navarro Gregori, profesor de la ETSICCP de la Universidad Politécnica de Valencia, para solicitar su tutoría en el desarrollo del TFG. Acordado el actual proyecto, los alumnos decidimos la distribución del mismo en tres partes y formalizamos la solicitud de aprobación del TFG en la aplicación informática habilitada para ello, el profesor es el responsable de confirmar la solicitud enviada por el alumno. El último paso para formalizar la solicitud fue su aprobación por parte del CAT.

Finalmente el proyecto global quedo compuesto por tres estructuras asignadas con el siguiente título a su correspondiente autor:

*-Proyecto de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Sala de prensas. Por Alejandro Tormos Riera.*

*-Proyecto de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Bodega. Por Carla Mínguez Martínez.*

*-Proyecto de las estructuras del edificio de la Cooperativa Agrícola de "El Villar del Arzobispo" (Valencia). Oficinas y cava. Por Sergio Nadal Espejo.*

## 2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del siguiente proyecto es el diseño y cálculo de las estructuras que componen las instalaciones de la Cooperativa Agrícola de El Villar del Arzobispo.

En primer lugar se realizará un estudio de las diferentes tipologías estructurales, considerando la posibilidad de realizar la estructura en hormigón prefabricado o en acero. Seguidamente se procederá al diseño y comprobación de los elementos estructurales. Finalmente se seleccionará la tipología de cimentación que más se adapte a las diferentes estructuras y características geotécnicas del terreno.

Todo este proceso de diseño y comprobación se realizara cumpliendo la normativa correspondiente a las características del proyecto, en este caso la Instrucción Española

Hormigón Estructural del 2008 (EHE-08), Código Técnico de la Edificación (CTE), Norma de construcción sismoresistente (NCSE-02).

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

#### 3.1 Ubicación

Las instalaciones proyectadas se encuentran localizadas en un solar de  $29194.9\text{m}^2$  en la Avenida del Agricultor, en el polígono industrial Las Suertes sector 1, en la localidad de Villar del Arzobispo, a 51.2 km de Valencia por la CV 35. En las siguientes imágenes se muestra la ubicación y el trayecto desde la capital a la localidad de emplazamiento del proyecto.



Imagen 1. Fuente: Google Maps.

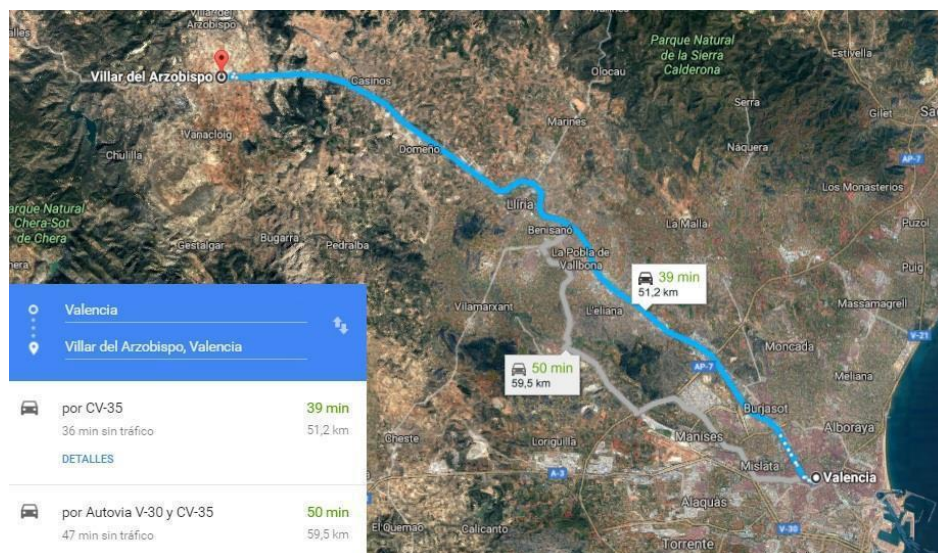


Imagen 2. Fuente: Google Maps.

### 3.2 Características geológicas.

La zona de estudio se localiza en la unidad de llanuras pre-litorales, donde predominan las mezclas de gravas, arcillas y arenas, y el relieve es generalmente llano.

Se observa una formación margosa, entre limosa y arcillosa, con intercalaciones algo más arenosas, de tonos marrones a verdosos, con algunos nódulos calcáreos en su interior. No se ha detectado la presencia del nivel freático en los trabajos de campo efectuados.

Se ha tomado una muestra de suelo en una zona próxima al emplazamiento de nuestra parcela. En el sondeo en el que se obtuvo un resultado del ion sulfato de 187 mg/kg, por lo que esta unidad geotécnica no presenta agresividad por sulfatos para el hormigón. A partir de los resultados obtenidos, se recomienda una presión admisible de servicio de  $200(\text{KN}/\text{m}^2)$ .

Sería recomendable realizar un nuevo estudio geotécnico en el emplazamiento exacto de nuestro proyecto para un mayor conocimiento de las características exactas de nuestro terreno.

### 3.2 Características geológicas.

La zona de estudio se localiza en la unidad de llanuras pre-litorales, donde predominan las mezclas de gravas, arcillas y arenas, y el relieve es generalmente llano.

Se observa una formación margosa, entre limosa y arcillosa, con intercalaciones algo más arenosas, de tonos marrones a verdosos, con algunos nódulos calcáreos en su interior. No se ha detectado la presencia del nivel freático en los trabajos de campo efectuados.

Se ha tomado una muestra de suelo en una zona próxima al emplazamiento de nuestra parcela. En el sondeo en el que se obtuvo un resultado del ion sulfato de 187 mg/kg, por lo que esta unidad geotécnica no presenta agresividad por sulfatos para el hormigón. A partir de los resultados obtenidos, se recomienda una presión admisible de servicio de  $200(\text{KN}/\text{m}^2)$ .

Sería recomendable realizar un nuevo estudio geotécnico en el emplazamiento exacto de nuestro proyecto para un mayor conocimiento de las características exactas de nuestro terreno.

## 4. PLANEAMIENTO VIGENTE

El planeamiento urbanístico vigente se recoge en el boletín oficial de la provincia de Valencia, en las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Villar del Arzobispo, el 3 de julio de 1997 por la Consellería de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte. La edificación corresponde con el uso I2 industrial de grado 2. La situación del edificio corresponde con la de la tipología E, edificio industrial exclusivo e independiente rodeado de espacios libres con fachada a la calle.

La normativa exige como superficie de parcela mínima la cantidad de  $500 \text{ m}^2$ , con un frente mínimo de parcela de 12 m, la altura máxima edificable es de 15 m, planta baja más una altura.

Tanto el tamaño de parcela como las dimensiones de nuestro edificio cumplen la normativa local vigente.

## 5. ELECCIÓN DE SOLUCIÓN ESTRUCTURAL

Casi la totalidad de los edificios industriales están contruidos con acero, hormigón prefabricado o una solución mixta entre ambos materiales.

### **Ventajas en la utilización del acero**

Alta resistencia: Su alta resistencia en relación a su peso, permite la elaboración de estructuras ligeras.

Homogeneidad: Las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la localización en los elementos estructurales.

Elasticidad: El acero es el material que más se acerca a un comportamiento linealmente elástico (Ley de Hooke) hasta alcanzar cierto punto donde los esfuerzos ya son considerables.

Precisión dimensional: Los perfiles laminados están fabricados bajo estándares que permiten establecer de manera muy precisa las propiedades geométricas de la sección.

Ductilidad: Esta cualidad dota al acero con la capacidad de deformarse considerablemente antes de entrar a un estado plástico o de rotura.

Tenacidad: El acero tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación (elástica e inelástica).

Facilidad de unión con otros miembros: El acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillos o soldadura con otros perfiles.

Disponibilidad de secciones y tamaños: El acero se encuentra disponible en perfiles para optimizar su uso en gran cantidad de tamaños y formas.

Costo de recuperación: Las estructuras de acero de desecho, tienen un costo de recuperación en el peor de los casos como chatarra de acero.

Reciclable: El acero es un material 100 % reciclable además de ser totalmente degradable por lo que no contamina.

Permite ampliaciones fácilmente: El acero permite modificaciones y/o ampliaciones en proyectos de manera relativamente sencilla.

Se pueden prefabricar estructuras: El acero permite realizar la mayor parte posible de una estructura en taller y la mínima en obra consiguiendo mayor exactitud.

## Desventajas en la utilización del acero

Corrosión: Este sería el principal inconveniente del acero, y es que cuando se encuentra a la intemperie este se corroe con facilidad, por esto siempre se trata de proveerle con un recubrimiento, ya sea de un espesor de hormigón o de algún material específico para ello.

Calor, fuego: En el caso de incendios, el calor se propaga rápidamente por las estructuras haciendo disminuir su resistencia hasta alcanzar temperaturas donde el acero se comporta plásticamente, debiendo protegerse con recubrimientos aislantes del calor y del fuego (retardantes) como mortero, concreto, asbesto, etc.

Pandeo elástico: Debido a su alta resistencia/peso el empleo de perfiles esbeltos sujetos a compresión, los hace susceptibles al pandeo elástico, por lo que en ocasiones no son económicos las columnas de acero.

Fatiga: La resistencia del acero (así como del resto de los materiales), puede disminuir cuando se somete a un gran número de inversiones de carga o a cambios frecuentes de magnitud de esfuerzos a tensión (cargas pulsantes y alternativas).

Debido a que en el interior de la nave se van a manipular compuestos combustibles para la destilación del vino y otros procesos de fabricación del mismo, consideramos que hay un riesgo considerable de incendio y rápida propagación de éste.

Es por esto que la estructura será de hormigón prefabricado, tanto armado como pretensado, ya que su resistencia al fuego es mayor.

## 6. MATERIALES

### 6.1 Hormigón

Dado que se trata de una estructura exterior a más de 5km de la línea de costa, sometida a la acción del agua de lluvia sin protección, se corresponde con un ambiente de exposición IIa.

Tabla														37.3.2.b	
Resistencias mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad															
Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	CLASE DE EXPOSICIÓN													
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E	
resistencia	masa	20	-	-	-	-	-	-	30	30	35	30	30	30	
mínima	armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30	
(N/mm²)	pretensado	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30	

Imagen 3. Fuente: EHE – 08.

Podemos observar que la resistencia mínima tanto como para hormigón armado como para hormigón pretensado es de 25 MPa para un ambiente de exposición IIa, por lo tanto nuestros elementos de hormigón cumplen todos con la norma al tener una resistencia igual o mayor a esta.

## 6.2 Acero

### 6.2.1 Acero pasivo

Vamos a utilizar el acero B500SD por ser el más utilizado actualmente por lo que no tendremos problemas de disponibilidad.

### 6.2.2 Acero activo

El acero activo empleado en las vigas delta es Y-1860 S7, cordones de 7 alambres con carga máxima unitaria de 1860 MPa. El límite elástico  $f_y$  estará comprendido entre el 0,88 y el 0,95 de la carga unitaria máxima  $f_{máx}$ .

El acero activo utilizado en las correas es Y-1860 C, alambre pretensado con carga máxima unitaria de 1860 MPa. El límite elástico  $f_y$  estará comprendido entre el 0,85 y el 0,95 de la carga unitaria máxima  $f_{máx}$ .

## 7. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

### 7.1 OFICINAS Y CAVA

El edificio está formado por una edificación con estructura de pilares y forjados prefabricados. En la zona de bodega encontramos una altura entre forjados que permite el almacenaje y la manipulación de las barricas, mientras que la altura de forjados en la zona de oficinas se reduce a la mitad, y se añaden dos niveles más.

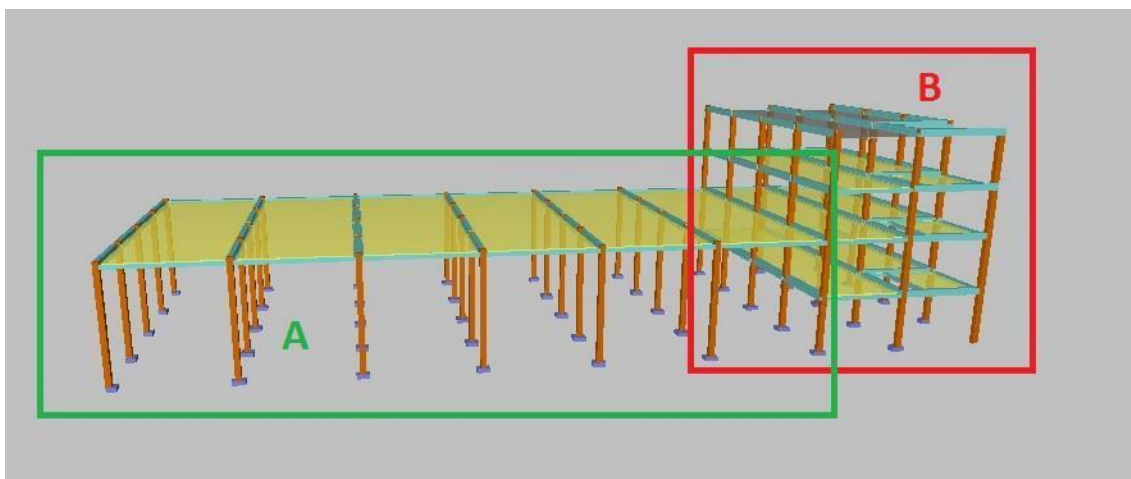


Imagen 4. Fuente: Elaboración Propia

La zona A, señalada por el rectángulo verde, es la destinada a la función de bodega, donde se almacenan las barricas. Por motivos de operatividad y desarrollo de las actividades a las que se destina esta parte de la estructura, la altura útil entre forjados es mayor que en el resto de la estructura. La estructura consta de 6 pórticos de 5 filas de pilares de hormigón prefabricados, con una distancia de 8 metros entre pórticos y 6m entre pilares, y con una cubierta vegetal extensiva.

La zona B, delimitada por el rectángulo rojo, es la destinada a zona comercial y administrativa de la cooperativa, puesto que en esta zona no es necesaria una altura útil tan elevada la distancia libre entre forjados se reduce a la mitad, permitiendo incluir un forjado intermedio y una altura más en esta parte de la estructura. Esta parte está formada por una cuadrícula de pilares de 6 por 6 metros y forjados de losa alveolar.

Para la producción de los elementos estructurales se ha seleccionado como proveedor la empresa PREFABRICADOS PUJOL SA.

## 7.2 SALA DE PRENSAS

La nave estará compuesta por un total de 7 pórticos con una separación de 10 metros entre sí.

Los 5 pórticos centrales se compondrán de 2 pilares de hormigón prefabricados de 10 metros de altura unidos por una viga delta de hormigón pretensado de 26 metros de longitud, con una altura de coronación de 11,3 metros.

Los 2 pórticos extremos o piñón estarán compuestos de 5 pilares de hormigón prefabricados separados 6,5 metros cada uno con una altura de 11,3 metros para el pilar central, 10,65 metros para los pilares anexos al pilar central y 10 metros para los pilares extremos. Cada pilar estará unido por una viga armada.

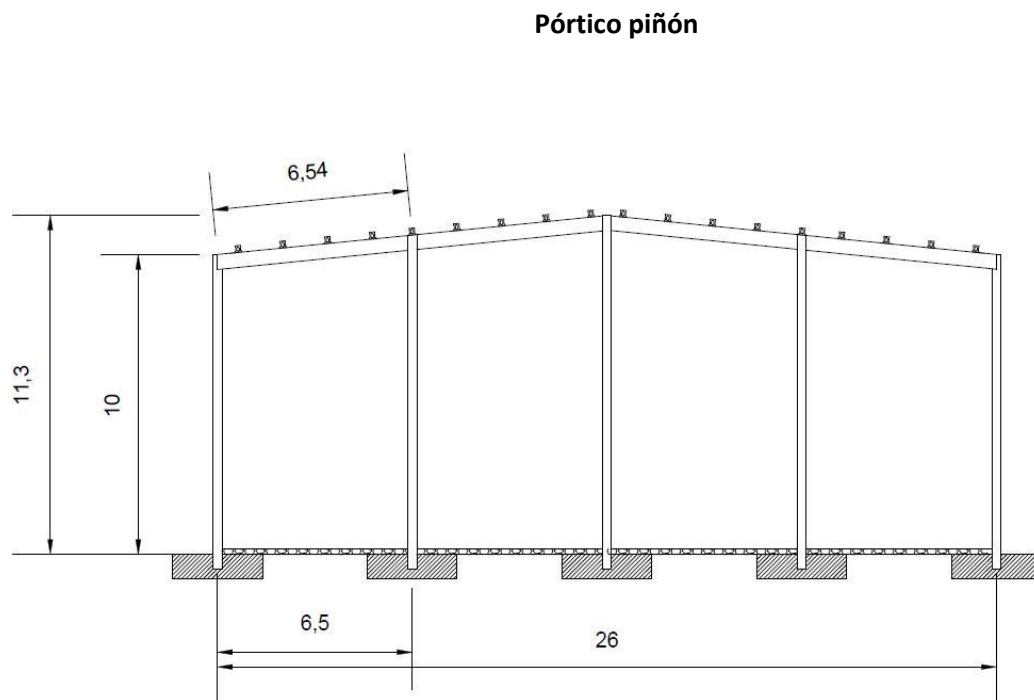


Imagen 5. Fuente: Elaboración Propia.

### Pórtico intermedio

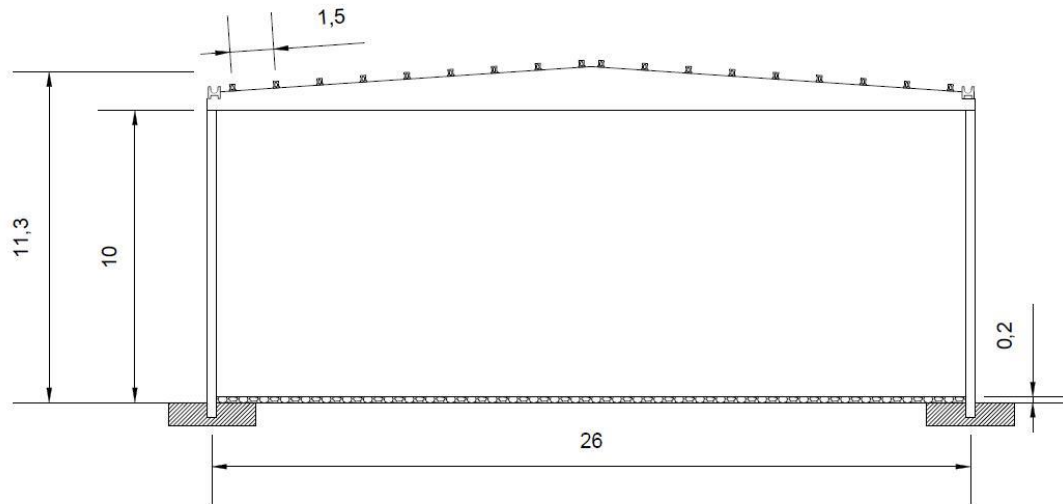


Imagen 6. Fuente: Elaboración Propia.

## 7.3 BODEGA

Se trata de la construcción de una nave, cuyas dimensiones son 80 x 65 m, la altura máxima será de 10,63 metros, que será la existente entre el nivel del suelo y la cumbrera. La altura de alero será de 8,2 metros.

Se realizará mediante elementos de hormigón prefabricado, con cubierta no transitable a dos aguas y que verterá el agua a canalones, los cuales canalizan el agua hasta la red de saneamiento de la parcela. Dicha cubierta será de panel tipo Sándwich con un 15% de su superficie de placas translúcidas para iluminación natural.

La geometría de la nave industrial está compuesta por un único cuerpo a dos aguas, con una pendiente del 6 %, formada por un pórtico central constituido por una viga delta de 40 m de longitud y dos vigas tipo I, las cuales salvan una luz de 20 m a cada uno de los lados de la viga delta.

La nave está formada por 7 pórticos, separados entre sí una distancia de 8,125 metros, compuestos cada uno de ellos por 4 pilares, dos pilares incluidos en el propio cerramiento de la nave y otros dos situados en el interior y prácticamente en el centro de la nave, separados entre sí una distancia de 40 metros.

Para poder realizar la nave con un espacio central mucho más diáfano, se ha recurrido al uso de la viga puente, también conocida como viga salvapilares, cuya misión es recibir la carga de un pilar en su centro de vano, de manera que nos permite eliminar pilares de las estructuras. De esta forma lo que conseguimos es un espacio mucho más amplio y diáfano.

## Diseño de las estructuras de la Cooperativa Agrícola de “El Villar del Arzobispo” (Valencia)

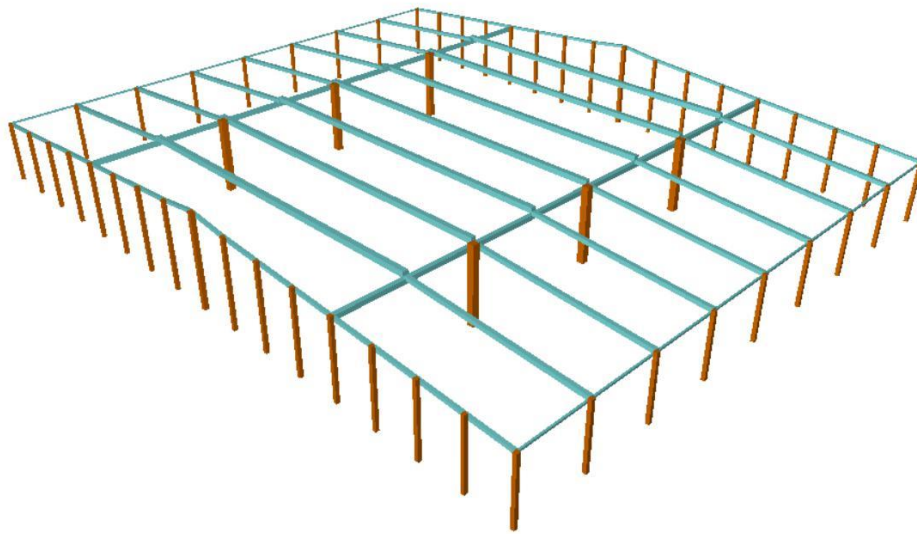


Imagen 7. Fuente: CYPE 3D.

En esta nave se han incluido 8 vigas puente, 4 en cada línea de pilares, lo que nos permite eliminar de nuestra distribución principal 4 pilares de cada una de estas líneas, 8 pilares en total de la estructura de la nave.

Para los diferentes elementos prefabricados que constituyen la nave industrial se ha trabajado con “Prefabricados Pujol, S.A”.

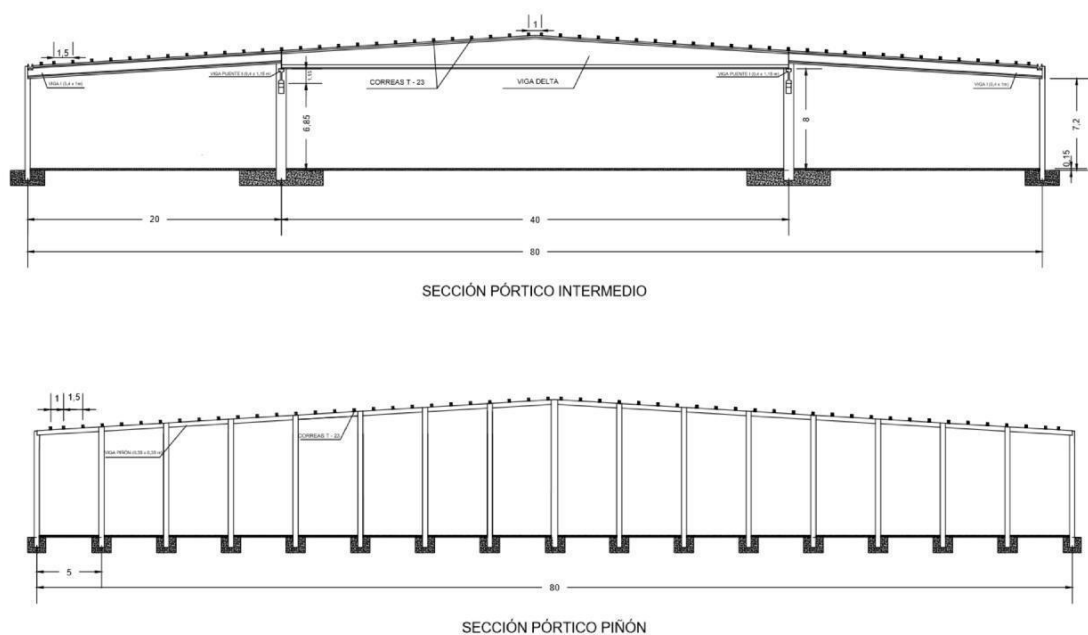


Imagen 8. Fuente: Elaboración Propia.

## 8. VALORACIÓN ECONÓMICA

### 8.1 OFICINAS Y CAVA

#### Valoración económica de ejecución material

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	11.183,57
2. CIMENTACIÓN Y SOLERA.....	80.963,98
3. ESTRUCTURA.....	256.929,76
4. CERRAMIENTOS.....	592.576,80
5. IMPREVISTOS.....	50.000,00
<b>Total:</b>	<b>941.654,11</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de NOVECIENTOS CUARENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS.

### 8.2 SALA DE PRENSAS

#### Presupuesto de ejecución material

1. MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	10.946,47
2. CIMENTACIONES .....	71.141,30
3. ESTRUCTURA .....	123.695,66
4. CUBIERTA .....	46.753,20
5. CERRAMIENTOS .....	103.403,61
6. IMPREVISTOS .....	20.000,00
<b>Total:</b>	<b>375.940,24</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS.

### 9.3 BODEGA

#### Valoración económica de ejecución material

1. MOVIMIENTO TIERRAS .....	19.720,27
2. CIMENTACIÓN .....	144.097,21
3. ESTRUCTURA .....	257.594,94
4. CUBIERTA .....	195.260,00
5. CERRAMIENTOS .....	330.205,78
6. IMPREVISTOS .....	55.000,00
<b>Total:</b>	<b>1.001.878,20</b>

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Para el desarrollo del proyecto se han utilizado diferentes programas informáticos y bibliografía recomendada por el tutor.

### **Programas informáticos utilizados:**

1. AutoCAD 2017
2. CYPE 3D 2017
3. Arquímedes 2017
4. SAP2000 v18
5. Prontuario informático del hormigón EHE-08

### **Bibliografía utilizada:**

1. Código técnico de la edificación (CTE) documento básico seguridad estructural
2. CTE acciones en la edificación
3. EHE-08
4. Norma de construcción sismoresistente (NCSE)