



## Documento Nº 1: Memoria

# Proyecto básico de nave industrial para taller y oficinas en Fuenlabrada (Madrid)

*Valencia, junio de 2018*

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Obras  
Públicas

Curso: 2017/18

AUTOR: Francisco Alberto Hernández Pardo

TUTOR: María Carmen Castro Bugallo

ESCUELA: Escuela Técnica Superior de Ingenieros  
de Caminos, Canales y Puertos

## **ÍNDICE**

- 1. Objeto**
- 2. Localización.**
- 3. Condicionantes para la construcción.**
  - 3.1. Físicos.
  - 3.2. Técnicos.
  - 3.3. Legales.
- 4. Descripción actual de la parcela.**
- 5. Topografía.**
- 6. Estudios previos.**
  - 6.1. Estudio geotécnico y geológico.
  - 6.2. Plan General de Urbanismo.
  - 6.3. Hidrología y climatología.
  - 6.4. Materiales.
- 7. Estudio de soluciones.**
  - 7.1. Diseño nave.
  - 7.2. Estructura.
  - 7.3. Cimentación.
  - 7.4. Cerramientos.
  - 7.5. Firmes, explanada y pavimento.
  - 7.6. Forjado.
  - 7.7. Carpintería y albañilería.
  - 7.8. Sanitarios.
  - 7.9. Fosos.
- 8. Procedimiento de construcción.**
  - 8.1. Geotecnia y levantamiento topográfico.
  - 8.2. Actuaciones previas.
  - 8.3. Cimentación.
  - 8.4. Estructura.
  - 8.5. Cerramiento, forjado y cubierta.
  - 8.6. Solera y firme.
  - 8.7. Urbanización de la parcela.
  - 8.8. Trabajos en el interior de la nave.
- 9. Tiempo de construcción.**

- 10. Justificación de precios.**
- 11. Documentación adjunta al proyecto.**
- 12. Declaración de obra.**

## 1. Objeto.

El objeto de realizar el siguiente trabajo es la definición y valoración del proyecto básico de una nave industrial en el que se va a ubicar un taller y oficinas para coches y camiones. Dicha nave se ubicará en el polígono industrial la Cantueña situado en el término municipal de Fuenlabrada, en la provincia de Madrid.

El proyecto recoge las actuaciones que se realizan en la parcela antes de la construcción y el levantamiento de la nave, así como el cálculo de la estructura que se va a construir.

La presentación de este trabajo es para la finalización de los estudios de Grado en Ingeniería de Obras Públicas por el alumno Francisco Alberto Hernández Pardo, y dirigido por la Tutora María Carmen Castro Bugallo.

## 2. Localización.

La parcela en la que vamos a ubicar la nave industrial se encuentra en el polígono industrial “La Cantueña”, en el término municipal de Fuenlabrada (Madrid).

La siguiente imagen muestra una vista satélite de la zona donde se ubica la parcela. En ella podemos ver como la ubicación de la misma se encuentra al Sureste del municipio de Fuenlabrada y al Sudoeste del municipio de Getafe.



La ubicación de la parcela se encuentra entre varias parcelas ocupadas. Para su acceso rodado se opta por la Avenida de la Industria, sur de la parcela, que se ha preparado y pavimentado para ello.

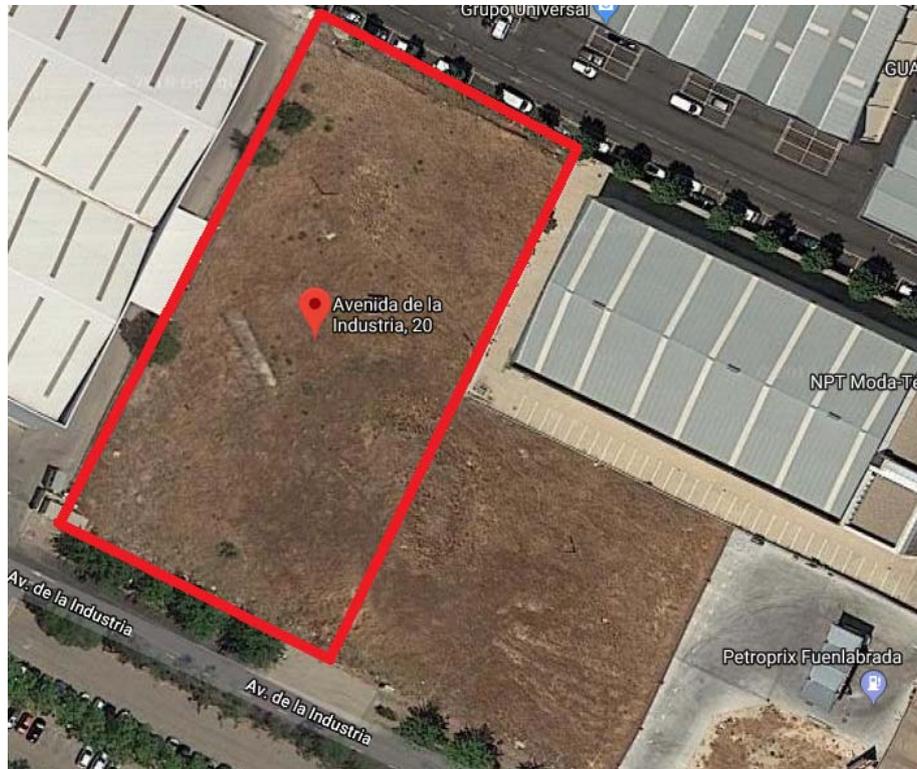
Los lindes de la parcela son compartidos con las naves colindantes por:

Linde Oeste: Nave industrial del Grupo Imprex Europe. (Propiedad privada)

Linde Este: Continuación de la parcela en la que se ubicará en parte de ella una gasolinera. (Propiedad privada).

Linde Norte: Minipolígono donde se encuentran varias naves juntas y separadas dentro de la misma parcela. (Propiedad privada)

En la figura siguiente podemos encontrar la ubicación de la parcela destinada para nuestra nave dentro del solar.



### 3. Condicionantes para la construcción.

En toda obra siempre tendremos tres aspectos a tener en cuenta antes de la construcción de la misma. Estos tres aspectos son físicos, técnicos y legales.

#### 3.1. Físicos.

La parcela se encuentra, desde un punto de vista geológico, en depósitos detríticos, situado en el Sistema Central y que constituye las denominadas Facies Madrid.

La estratigrafía de la parcela viene compuesta por dos niveles, un nivel 0 de rellenos antrópicos compuesto por arenas arcillosas y un nivel 1 compuesto por arenas bastante arcillosas y limos algo arenosos. Los rellenos antrópicos son provenientes de la época de construcción del polígono, para la urbanización de las parcelas.

Como hemos comentado la parcela se encuentra en una zona urbanizada, que nos facilitará los accesos, luz y agua de nuestra parcela. El terreno es sensiblemente plano, aunque se modificará para emplazar nuestra nave.

La parcela no tiene riesgos de inundaciones. Se encuentra cerca del Barranco de la Aldehuela, el cual se encuentra a una cota muy inferior a nuestra parcela, sin riesgo a un desbordamiento en época de lluvias.

Las parcelas colindantes tienen construidas sus naves con un retranqueo de 7 metros, por lo que no dificultarán la construcción de nuestra nave.

### **3.2. Técnicos.**

Los principales problemas técnicos que nos podemos encontrar a la hora del cálculo de una estructura son por altura y por luces. En nuestra nave no tendremos problemas de ninguno de los dos tipos. La altura de la nave es de 10 metros totales y la luz a salvar es de 25 metros.

En cuanto a los condicionantes por cálculo de sismo y nieve, no son importante en la zona de cálculo.

### **3.3. Legales.**

La mayoría de las veces la problemática a tener en cuenta en mayor medida es los condicionantes legales. Estos condicionantes son de dos tipos: Urbanísticos, que los marca la zona de ubicación de la parcela, en este caso la Normativa Urbanística del municipio de Fuenlabrada, y Normativos, códigos y normas que tendremos que seguir las pautas que nos guían dentro del mundo de la construcción.

#### **Condicionantes Urbanísticos:**

- Plan General Municipal de Ordenación Urbana de Fuenlabrada.
- Normas Urbanísticas de Fuenlabrada.
- Fichas plan urbanísticos.
- Ordenanzas municipales.

#### **Normativas sector de la construcción:**

- Código técnico de la edificación.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Instrucción de Acero Estructural EAE-2011.
- Norma de construcción sismorresistente NCSE-02
- Otros.

## **4. Descripción actual de la parcela.**

La parcela donde vamos a realizar la nave es una parcela urbanizada, la cual se urbanizó en el momento que se urbanizaron todas las parcelas contiguas y de la zona, que nunca se había utilizado.

En el momento en el que entramos para su comienzo, encontramos una parcela sensiblemente plana, ocupada por un crecimiento no controlado de vegetación debido al descuido de la parcela y de su no utilización. Es una vegetación abundante que ocupa toda la parcela.

Los servicios que disponemos en la parcela son:

- Accesos: Como hemos comentado anteriormente no nos vemos limitados desde el linde norte. Se debe eliminar la acera para el acceso rodado de los vehículos a la obra. No nos vemos limitados por radios de giro pequeños, ya que la avenida

dispone de dos carriles que nos facilitarán las maniobras de la maquinaria y camiones que accederán a la obra.

- Abastecimiento de agua: Tenemos toma de agua y toma de evacuación de aguas residuales que discurre a lo largo de la avenida de la Industria.
- Suministro eléctrico: El suministro está asegurado puesto que tenemos alumbrado público en la zona y en las edificaciones cercanas, al encontrarse la parcela completamente urbanizada y preparada para disponer de este suministro.
- Alumbrado público: La parcela está ubicada junto a naves que llevan construidas muchos años, por lo que toda la industria de alrededor dispone de alumbrado público, siendo además una de las calles principales del polígono la Avenida de la Industria.
- Aceras y aparcamientos: Para el acceso peatonal a la nave disponemos de aceras a lo largo de toda la avenida. Los aparcamientos, aunque no sean necesarios debido a que nuestra parcela dispondrá del suficiente espacio para los mismos, podemos encontrar en los alrededores espacio para el estacionamiento de vehículos.
- Telefonía: Como hemos comentado en los anteriores aspectos, la parcela se encuentra en una industria bien comunicada, y la cual dispone de redes telefónicas y de internet, para la correcta comunicación de todas las naves.

## 5. Topografía.

La parcela es sensiblemente plana, en la podemos encontrar ciertos desniveles ocasionados por el crecimiento descontrolado de la vegetación, pero no importantes a tener en cuenta que nos puedan ocasionar problemas.

Estos desniveles se eliminarán proporcionando una base adecuada para la instalación de la nave, proporcionando unos apoyos adecuados para la realización del firme y de la solera.

Los trabajos a realizar se encuentran detallados en el anejo N°2: actuaciones previas.

## 6. Estudios previos.

Antes de los cálculos de la nave en sí, hay que tener en cuenta una serie de aspectos relacionados con los condicionantes que antes hemos nombrado en el apartado 3.

### 6.1. Estudio geotécnico y geológico.

Antes del comienzo de una obra siempre debemos realizar un estudio geotécnico para caracterizar el terreno sobre el cual vamos a disponer nuestra estructura.

Para el estudio geológico se han tomado los datos del Mapa Geológico de España, situándonos entre el Sistema Central, los montes de Toledo y la Cadena Ibérica. La zona de estudio pertenece al sedimentario continental que rellena la fosa del Tajo.

También se tiene en cuenta en este apartado la zona sísmica donde nos encontramos. Para ello se toman los datos de la Normativa de Construcción Sismorresistente: parte general y

edificación actual (NCSE\_02). En esta normativa encontramos que nos encontramos en una zona sísmica de bajo riesgo, no siendo necesarias comprobaciones en el cálculo estructural.

En cuanto al estudio geotécnico se han realizado los siguientes trabajos en la parcela:

- 5 sondeos mecánicos de rotación con extracción de testigo y la realización de ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T. en los 5 sondeos.
- 6 ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta obtener rechazo.
- Realización de ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas para el posterior análisis. En ellos se han realizado granulometría por tamizado, límites de Atterberg, determinación del contenido en sulfatos solubles, ensayos de compresión para determinar las propiedades mecánicas y presión de hinchamiento en edómetro.

Para ver los resultados de estos ensayos los encontraremos en el anejo n°3: Estudio geotécnico y geológico.

## 6.2. Plan General de Urbanismo.

La parcela sobre la que vamos a realizar los estudios se encuentra en el término municipal de Fuenlabrada, es por ello que deberemos remitirnos al Plan General de Urbanismo de esta ciudad para cumplir con las normas que se exijan en el plan.

Dentro del Plan, la ciudad y los polígonos se dividen en distintas zonas de estudio. Dentro del plan se divide en el casco urbano de la ciudad, las urbanizaciones que hay alrededor de la ciudad y en los 6 polígonos que rodean a la ciudad, y éstos se subdividen en otras partes.

Nosotros nos centramos en los polígonos que se sitúan al Sudeste de la ciudad.



Para estos polígonos encontramos una serie de fichas adjuntas al Plan Urbanístico de Fuenlabrada, que nos delimitan en función de las características de nuestra parcela y del lugar que está situada dentro del polígono, las características obligatorias de la nave que debemos tener en cuenta en la construcción para cumplir con lo descrito en el plan.

Para conocer estos apartados nos remitimos al Anejo n°1: Antecedentes.

### 6.3. Hidrología y climatología.

Para el estudio de nuestra nave no es necesario estudiar la circulación de agua superficial, ya que hemos comentado con anterioridad nos encontramos cerca de un barranco el cual no contiene agua, y tras el estudio geotécnico no hemos encontrado el nivel freático del suelo.

En cuanto a la climatología deberemos tenerla en cuenta debido al potencial expansivo que tiene el suelo. Nos encontramos, según el Instituto Geográfico Nacional, en un clima templado mediterráneo continentalizado de veranos cálidos.



El tiempo de construcción de la nave va desde el 7 de mayo al 20 de septiembre, por lo que tendremos una menor posibilidad de lluvias en la zona. El clima en el que nos encontramos, tiene veranos muy secos con una baja posibilidad de precipitaciones, siendo además precipitaciones medias muy bajas.

Tendremos presente las lluvias en tiempo de apertura de encepados y vigas para hormigonar lo antes posible en el caso que haya posibilidad de lluvia en los días próximos a dicha apertura.

Sí que se tendrá en cuenta la climatología tras la puesta en servicio de la nave. Debemos asegurarnos que el agua no se filtra hacia el suelo y que el agua no entra dentro de la nave.

Para lo primero debemos inclinar el firme con una pendiente a ambos lados de la nave para que evacue el agua hacia el exterior de la nave. Toda esta agua se recogerá mediante imbornales que situaremos en los bordes exteriores de la parcela.

Para el segundo se recogerá el agua de la cubierta mediante canalones y las bajantes llevarán el agua hasta arquetas enterradas que retendrán la suciedad y podrán filtrar el agua.

### 6.4. Materiales.

Los materiales que vamos a utilizar en la obra no son materiales específicos que sean difíciles de encontrar en una provincia como Madrid. En la zona donde nos encontramos disponemos de varios polígonos industriales que cuenta con gran parte de los materiales que necesitaremos para la construcción de la nave y la adecuación de la parcela. Los elementos metálicos serán de origen local, ya que disponemos de empresas que disponen de perfiles de

acero. Para la explanada y firmes disponemos de canteras cercanas. El resto de materiales son de empresas ubicadas en los polígonos cercanos.

## **7. Estudio de soluciones.**

En este apartado vamos a comentar las soluciones adoptadas para cada fase del proyecto. Todos los materiales seleccionados han sido comentados y analizados en el anejo nº4: Estudio de soluciones y en el anejo nº5: cálculo de estructuras.

Los elementos relacionados con la estructura han sido escogidos analíticamente en función de los resultados obtenidos tras el cálculo.

### **7.1. Diseño nave.**

El diseño de la nave dentro de la parcela se define siguiendo las normas que se encuentran en el Plan Urbanístico de Fuenlabrada, se debe tener en cuenta que nunca se podrá superar una superficie construida del 40 % de nuestra parcela. Teniendo esto en cuenta y los retranqueos a las otras naves de 7 y 10 metros, se ha decidido realizar una nave de 80 metros de largo en la que el retranqueo posterior es de 7 metros y el retranqueo delantero será de 13 metros, cumpliendo con la normativa.

Con respecto al ancho de la nave se ha realizado una nave de 25 metros, teniendo un retranqueo lateral de 7 metros y otro de 23 metros. Éste es exigido por el cliente para constituir un aparcamiento y los accesos a la nave. Se necesita en este espacio maniobrabilidad para los camiones que necesiten acceder a la nave.

Para la altura es obligatorio que no supere una altura de 12 metros, que la altura libre dentro de la nave sea de 4,50 y la altura de las oficinas tenga una altura mínima de 2,70 metros. No necesitando una altura excesiva, se decide realizar una altura de 8 metros para que tenga el espacio suficiente para la realización de puertas para los accesos de los camiones. La cubierta se realizará con una altura de 2 metros más en su punto más alto, teniendo una pendiente aproximada del 16 %.

### **7.2. Estructura.**

En la estructura se han tenido en cuenta diferentes aspectos para el diseño. Entre ellos tenemos:

- Material de la estructura.
- Tipología del pórtico.
- Tipos de nudos.
- Tipos de dintel
- Tipos de correas.

Entre los distintos aspectos, tenemos varias opciones entre las que elegiremos las características de la nave.

- **Material de la estructura.**

Para los materiales de construcción de la estructura tenemos las opciones de hormigón prefabricado y estructura metálica. Se estudian estas dos opciones debido a la rapidez de construcción con los dos materiales.

Para nuestra nave hemos decidido finalmente escoger la estructura metálica como material para su construcción.

### - **Tipología del pórtico.**

En este apartado se ha estudiado que forma tendrá el pórtico tipo de la nave. Entre las formas se ha planteado un pórtico a un agua de vano único, pórtico a dos aguas con dintel de vano único, pórtico a dos aguas en celosía de vano único y pórtico de dos vanos.

En nuestro procedimiento hemos tenido en cuenta la simetría de la nave para facilitar el cálculo de la misma y su posterior montaje, las luces a superar con el ancho de la nave y el ahorro de material que hemos supuesto.

Entre ellos, hemos escogido el pórtico a dos aguas con dintel de vano único.

### - **Tipos de nudos.**

Para la elección de los nudos hemos estudiado cual era la mejor forma de conectar la estructura de nuestra nave al suelo. Existen dos tipos que hemos creído convenientes estudiar, los pórticos con nudos biarticulados o los pórticos con los nudos biempotrados. En los biarticulados tendremos un aumento del material que constituye la nave y en los biempotrados tendremos un aumento del material que constituye la cimentación.

Se ha optado por realizar los pórticos biempotrados para así tener un ahorro de material de la estructura.

### - **Tipos de dintel.**

En el mercado tenemos las opciones de montar perfiles laminados de sección constante, perfiles laminados con cartelas y vigas de canto variable.

Entre ellas se busca como en los otros casos un ahorro del material. Entre estas la peor opción es los perfiles laminados de sección constante debido a un aumento muy grande del material.

Entre las otras dos se opta por elegir los perfiles laminados con cartelas que refuerzan los nudos donde los momentos son mayores y más posibilidades de fallo existen.

### - **Tipos de correas.**

Las dos opciones que se tienen son las correas con perfiles laminados en caliente y las correas con perfiles laminados en frío.

Entre ellas escogemos los perfiles laminados en frío debido al coste de las mismas y el peso que transfieren a la estructura. La sección que se elige es tipo Z.

### **Perfiles utilizados en la estructura.**

Tras el cálculo de la estructura los perfiles utilizados en los dinteles han sido perfiles IPE xxx en los pórticos centrales, mientras que, en el hastial delantero, hastial posterior, y los dos contiguos a estos se han utilizado IPE.

Para los pilares centrales de la nave se ha optado por utilizar un HE xxx B, mientras que los pilares posteriores de la nave y los que conforman el forjado, todos ellos se han utilizado HE 180 B.

Para los dinteles de la unión de entre pórticos se han utilizado IPE 200.

En cuanto a las cruces de San Andrés se han utilizado perfiles redondos de radios R12 y R16.

### **7.3. Cimentación.**

Para la realización de la cimentación se ha optado por realizar una cimentación mediante pilotes prefabricados.

Para el cálculo de los mismo se ha tenido en cuenta la carga admisible de hundimiento para concretar la longitud de los mismos. Esta longitud será variable en el caso que se encuentre un estrato resistente que soporte la capacidad estructural del pilote, no siendo necesario alcanzar la longitud necesaria por cálculo de la carga admisible.

La cimentación se ha diseñado con el uso de 86 pilotes de sección 235 con tope estructural igual a 85 recogidos bajo pilares mediante encepados.

Para el arriostamiento de la cimentación se deciden hacer vigas centradoras que aten los encepados.

### **7.4. Cerramientos.**

Se deben estudiar los distintos cerramientos que disponen nuestra nave. En ellos se estudiarán:

- Cerramiento de cubierta.
- Cerramiento de fachada.
- Cerramiento de cubierta interiores.
- Cerramiento de parcela.

La facilidad y rapidez de montaje han sido indispensables para la elección de los materiales.

- **Cerramiento de cubierta.**

Se analizan los diferentes tipos de cubierta, cubiertas simples, cubierta con aislamiento visto y cubierta tipo sándwich.

Los paneles tipo sándwich son los más convenientes por facilidad de montaje, coste de los mismos y el aislamiento térmico que proporcionas. También son convenientes ya que transmiten un reducido peso a las estructuras.

- **Cerramiento de fachada.**

Las fachadas de las naves se resuelven normalmente con chapa perfilada, paneles de hormigón o bloques de hormigón.

Ya que tenemos una fachada regular y en la que se ha buscado una rápida construcción de la nave, se optan por la elección de paneles lisos de hormigón prefabricado que nos permiten un montaje en un tiempo reducido.

- **Cerramiento de cubierta interiores.**

Estos cerramientos estarán constituidos como si fueran forjados transitables para conservación. Los mismos se realizará mediante chapa colaborante y un falso techo.

- **Cerramiento de parcela.**

Se busca un acabado decorativo con el cerramiento de la fachada. Las opciones de montaje son mallas metálicas, cerramiento rígido y verja tradicional.

Entre ellas se opta por una combinación entre el cerramiento rígido, que proporcionará solidez al cerramiento y podrá soportar las cargas de la puerta de acceso que se colocará para el acceso de los vehículos, y una malla metálica.

Este cerramiento se complementará con una puerta de acceso peatonal y una puerta para el acceso de vehículos.

## **7.5. Firmes, explanada y pavimento.**

Se ha estudiado por separado cada uno de ellos, pero teniendo en cuenta la solución que nos darán posteriormente el resto, y siempre con la premisa del acceso de vehículos pesados, tanto a la parcela como al interior de la nave. Lo primero es el estudio de categoría de tráfico pesado. Considerando que es un taller para camiones y coches, se ha creído conveniente creer que tendremos una movilidad de entre 29 y 45 camiones dentro de la parcela, proporcionando una categoría de tráfico pesado T41.

- **Explanada.**

Se estudia la explanada que sustentará el firme y el pavimento. Para el dimensionamiento de la explanada se ha tenido en cuenta la composición del material que se ha estudiado en el informe geotécnico. Teniendo un suelo tolerable y optando por una explanada del tipo E1, se decide rellenar con 45 centímetros de suelo seleccionado. Con la explanada se decide hacer la plataforma de trabajo para que tenga una inclinación mínima hacia los exteriores de la nave para que no existan filtraciones de agua hacia dentro en los días de lluvia.

- **Firme.**

Con la explanada ya elegida, se comienza a estudiar el firme que se proyectará. Se ha estudiado en conjunto con el pavimento para que estén al mismo nivel y no existan escalones entre el interior y el exterior de la nave.

Las opciones que teníamos para el firme eran una capa de 40 centímetros de zahorra combinada con 10 centímetros de mezcla bituminosa, 30 centímetros de suelocemento combinado con 8 centímetros de mezcla bituminosa y, por último, una capa de 20 centímetros de zahorra artificial con 20 centímetros de hormigón de firme.

La elección es la primera opción con 40 centímetros de zahorra y 10 centímetros de mezcla bituminosa.

- **Pavimento.**

Los pavimentos a estudiar se dividirán en tres, pavimento de la nave, pavimento oficinas y pavimento baños.

Se decide pavimentar toda la nave con una solera de hormigón que soporte las cargas de los camiones con un espesor de 20 centímetros y un hormigón HA-25. Con los 20 centímetros conseguimos que el suelo de la nave y el firme exterior se encuentren a la misma cota.

En cuanto a los pavimentos de las oficinas y de los baños se construirán encima del pavimento de hormigón. Del pavimento de los baños se decide realizar con baldosas. En las oficinas se necesita un elemento más decorativo, por lo que se opta por realizar de parquet.

### **7.6. Forjado.**

El forjado nos servirá como elemento de cubierta de las oficinas y como cubierta accesible para la reparación de los aparatos de refrigeración de las oficinas.

Entre las opciones para la construcción del forjado encontramos losas prefabricada de hormigón pretensado, forjado unidireccional de viguetas y bovedillas y forjados de chapa colaborante de acero.

Se ha optado por la opción de los forjados de chapa colaborante, ya que suelen ser los más utilizados en estructuras metálicas. Además, suelen tener un peso bastante reducido que transmitirá menores cargas a la estructura.

Para el forjado se ha optado por la construcción de una chapa de 1,2 mm de acero y un hormigón de espesor 14 cm para que soporte las cargas que sobre dicho forjado graviten.

### **7.7. Carpintería y albañilería.**

Las particiones entre las oficinas y los baños se ha decidido utilizar paredes de ladrillo con una fina capa de mortero. Esta capa de mortero se pintará para tener un acabado más estético y en la zona de baños se optará por utilizar azulejos para su acabado.

En cuanto a los techos de las dos zonas se ha optado por la realización de un falso techo que cubrirá la chapa colaborante y los perfiles IPE que soporten dicho forjado. Nos servirá dicho techo para ocultar la instalación eléctrica y los conductos de ventilación.

Las puertas se pondrán de madera en los baños, mientras que en la puerta de acceso y de separación de cubículos en la zona de oficinas se utilizarán puertas de cristal.

Deberemos situar puertas de acceso de personal metálicas en la zona de aparcamiento de vehículos para que los trabajadores no utilicen para el acceso a la nave las puertas destinadas para el acceso de vehículos.

En cuanto a estas últimas, se ha optado por tener un total de 16 de puertas, 4 para el acceso de vehículos pesados y otras 12 puertas de menores dimensiones para el acceso de vehículos.

Las puertas se pondrán en ambas fachadas para que exista una circulación de los vehículos que accedan al interior de la nave.

Todas las puertas son automáticas con sensores en el interior para que, tras el paso de los vehículos, se cierren automáticamente. Cuando un vehículo quiera acceder a las instalaciones desde dentro deberán accionar la puerta con un pulsador para la apertura de las puertas.

Las ventanas solo se instalarán en las zonas de oficinas. Estas cubrirán la zona de oficinas, siendo algunas de las ventanas abatibles, pero siendo la mayoría ventanas fijas solo para la iluminación con luz natural de las oficinas y la recepción.

### **7.8. Sanitarios.**

Se realizan dos zonas de baños, ya que por dimensiones de la nave se cree conveniente la construcción de dos zonas de baños.

Dentro de los baños, como se ha comentado con anterioridad, se pondrán azulejos, tanto para cubrir las paredes como para cubrir el suelo. Las particiones entre los distintos cubículos serán de madera para abaratar costes y tiempo de instalación.

Los baños se dividirán en baños para hombres, para mujeres y personas con movilidad reducida. Estos se dividirán entre sí por paredes de ladrillo.

En total en la obra se tendrán 8 lavabos, 10 inodoros y 4 urinarios.

### **7.9. Fosos.**

Los fosos se deben construir para la reparación de los camiones. Debido a su alto peso, se opta por la construcción de fosos, en vez de la compra de elevadores para los camiones.

Se construirán con una profundidad de 1,60. En el interior se dispondrán de escalones plegables para el trabajo de los operarios.

Para evitar las caídas al interior del foso desde la cota superior, se deciden poner planchas de acero mediante raíles para poner y quitar mientras se trabaja o está sin usar el foso.

## **8. Procedimiento de construcción.**

En este apartado se describe, sin entrar en detalle, el proceso que se llevará a cabo para la construcción de las naves. Debemos distinguir varias fases de la obra:

- Geotecnia y levantamiento topográfico
- Actuaciones previa y replanteo.
- Cimentación.
- Estructura.
- Cerramientos y cubiertas.
- Forjado.
- Solera y firme.
- Trabajos interior nave.
- Urbanización de la parcela.

La parcela tiene un total de 5510 m<sup>2</sup>, con forma rectangular de dimensiones 100x 55,10 aproximadamente. Se actuará sobre toda la superficie por lo que dispondremos de ella para acopio de los materiales y de las instalaciones del personal de obra.

### **8.1. Geotecnia y levantamiento topográfico.**

Antes del comienzo de la obra, se procede al levantamiento topográfico de la parcela. Desde un punto conocido en el exterior de la parcela, con coordenadas U.T.M, se proceden a tomar diversos puntos de la parcela mediante una estación total, radiando dichos puntos para obtener las coordenadas U.T.M de cada uno de ellos.

Por otra parte, se debe hacer un estudio del terreno sobre el que vamos a construir nuestra nave. En él se toman puntos aleatorios de la parcela y separados entre sí para conocer el tipo de suelo.

Para el estudio se ha decidido realizar un total de 5 sondeos mecánicos a rotación, con extracción de testigo continuo para la toma de muestras y sus correspondientes ensayos de penetración dinámica estándar S.P.T (Standard Penetration Test), 6 ensayos de penetración dinámica continua (tipo DPSH) hasta encontrar el rechazo.

Tras la toma de muestra se han llevado a laboratorio para realizar ensayos de los mismos y conocer las características del suelo.

### **8.2. Actuaciones previas.**

Antes de comenzar la obra, se deben adaptar las medidas de seguridad correspondientes para que el personal de obra ni las personas ajenas a la obra que transiten cerca de ella se vean comprometidas por la no adecuación de la obra.

Para ello, se instalará un vallado en la parte frontal de la parcela, en la Avenida de la Industria, para evitar el acceso de personas ajenas a obra y la señalización de la entrada y salida de vehículos conforme la normativa vigente.

También se instalarán las casetas en las zonas junto a la zona de actuación para satisfacer las necesidades de los operarios que vayan a trabajar en la obra.

Junto a estas casetas se dispondrá una zona para el acopio de materiales, ya dentro de la parcela, y una caseta para guardar las herramientas que se vayan a utilizar.

Tras la disposición de las medidas comentadas se procede a la limpieza de la parcela. Se comienza con el desbroce de la parcela, con el cual se elimina una primera capa de pequeño espesor de tierras. Tras dicho desbroce se procede a la excavación de la parcela, de la que se deberá eliminar parte de las tierras de las que disponemos en obra, de peor calidad que el necesario. Se transportarán dichas tierras mediante camiones bañera hasta el lugar correspondiente.

Una vez finalizado este proceso, se debe compactar el suelo ya que disponemos de un suelo expansivo. Mediante este proceso se busca eliminar los todos los huecos posibles ocupados por agua, haciendo que esta agua salga a superficie y en el caso de aparecer rezumos o flujos de agua se proceda a su drenaje.

Después se procederá a extender y compactar los 45 centímetros de suelo seleccionado en varias capas para compactar lo máximo posible. Para la extensión del suelo se llevará a obra mediante camiones y un extendido mediante pala cargadora. Una vez se haya realizado dicha extensión, se dispondrá de una motoniveladora para dejar el material a la misma cota. Tras dicha nivelación, mediante un rodillo vibrante autopropulsado, se procederá a la compactación

del terreno hasta el 95% del Proctor Modificado, siendo éste necesario para conseguir la mejor densidad seca y tener una humedad óptima en el suelo, ya que como se ha comentado anteriormente se dispone en obra de un suelo expansivo bajo el suelo seleccionado.

En este proceso se tendrá en cuenta una pequeña inclinación hacia los exteriores de la nave para evitar el acceso de agua al interior de la nave y así recoger mediante sumideros a cota de superior de firme el agua que a ellos llegue y sacarlos mediante estas conducciones al exterior de la parcela y llevarlos hasta la red de saneamiento que pasa por la Avenida de la Industria.

Tras la finalización de la explanada se da comienzo a la construcción de la red de saneamiento y abastecimiento enterrado. También se procederá a situar los tubos enterrados para para la instalación eléctrica. Antes de dichos trabajos se debe replantear las zanjas para albergar las instalaciones. Al igual que en levantamiento topográfico se optará por el uso de una Estación Total electrónica. Procederemos al replanteo desde el mismo punto desde donde se ha hecho el levantamiento topográfico. Una vez ubicado los puntos de las zanjas se marcarán con yeso para ubicar la alineación a seguir para la excavación de las zanjas.

Una vez excavadas las zanjas, se procederá a la colocación de las tuberías dentro de las mismas y se procederá al relleno de las mismas con el material seleccionado que se ha sacado de las zanjas. Alrededor de las tuberías se procederá a compactar el suelo seleccionado mediante un vibrador manual de pequeñas dimensiones evitando la compactación de los primeros centímetros sobre la tubería para evitar la rotura de la misma. Al igual que se hace las zanjas para las tuberías de la red de saneamiento y abastecimiento, se hacen las zanjas para ubicar nuestra instalación eléctrica enterrada. Procederemos también a taparla tras la finalización y compactar. Una vez cubierta por unos centímetros todas las zanjas, se procederá a realizar el firme.

Encima del suelo seleccionado que se ha elegido para realizar la explanada, se comienza a extender la capa de zahorra artificial. El procedimiento será el mismo que el suelo seleccionado disponiendo una capa de 30 centímetros. Se opta por comenzar con dicha capa para sobre el mismo construir la solera en el interior de la nave de unos 20 centímetros y en el exterior de la nave se procederá a extender los 10 centímetros restantes de explanada y los 10 centímetros de mezclas bituminosas. Con ellos se pretende que todo quede a la misma cota.

Tras la capa de zahorra se procede a replantear la cimentación de la nave.

### **8.3. Cimentación.**

Una vez ejecutados los primeros 30 centímetros de lo que dispondrá el firme, se procede al hincado de los pilotes. Para ello necesitaremos una pilotadora y un camión grúa para la descarga del material.

Una vez descargado el material se procede a la hinca. La máquina levantará el pilote para proceder a la hinca. Tras ubicar el pilote en su punto de replanteo comenzará el golpeo del pilote hasta alcanzar la capa competente sobre la que apoyará el terreno.

Tras el hincado de todos los pilotes se procede a la excavación de los encepados y vigas de atado. Una vez excavados, el material sobrante se aprovechará para finalizar los 10 centímetros de firme. Los encepados y vigas deberán estar el menor tiempo posible abiertos debido a las posibles lluvias y que se vea afectado nuestro terreno.

Se procede a cubrir con 10 centímetros de espesor el hormigón de limpieza las vigas y encepados. Tras su secado, ubicaremos en su interior las armaduras con separadores homologados para conseguir los recubrimientos mínimos necesarios, tanto en las vigas centradoras como en los encepados.

Para finalizar, se procede a hormigonar mediante un camión bomba desde una altura no superior a 1 metro. Mientras el hormigonado, habrá otro operario que vibre el hormigón. Durante los 4 o 5 días siguientes, se procederá al humedecido de los mismos, mediante varios riegos para que la superficie siempre esté mojada.

### **8.4. Estructura.**

La estructura comienza por la colocación de las placas de anclaje a los encepados. Las placas se introducen en el encepado mediante pernos, en los que se tendrá un especial cuidado en la ubicación, aplomado y nivelación. Un error en este punto puede dar un error en toda la estructura.

Una vez fijados, se procede al plomado y nivelación de los pilares sobre la placa de anclaje. Una vez ubicados se fijarán los pilares a las placas de anclaje mediante el soldado de los mismos.

Tras la colocación de todos los pilares, se procederá al izado de los dinteles y a las soldaduras de éstos a los pilares con los convenientes refuerzos previstos en los cálculos. Para este proceso deberemos disponer de un camión grúa para el izado de los dinteles y de una plataforma elevadora para la elevación de los operarios hasta la altura donde deban soldar la unión.

Dispuestos todos los dinteles se procederá a la construcción del resto de la estructura. Dispondremos las vigas de arriostramiento, correas, cruces de San Andrés, etc.

### **8.5. Cerramiento, forjado y cubierta.**

Con la estructura finalizada se procederá al emplazamiento de los paneles de hormigón armado que forman el cerramiento lateral de la nave. Este cerramiento irá situado entre las dos alas que forman el perfil sirviendo para el guiado de los paneles. Una vez puestos se fijan a los pilares mediante uniones especiales.

Los paneles de hormigón serán de dos metros de alto y dispondremos unos sobre otros.

Para su puesta en obra deberemos disponer, al igual que en la estructura metálica, de un camión grúa para el izado de los paneles y una plataforma elevadora para el montaje de las uniones a cierta altura.

Tras el montaje de los cerramientos se procede a la realización del forjado. Lo primero que se deberá hacer es la colocación de las chapas de acero grecado. Se elevarán encima de los dinteles de la estructura interior y las fijaremos a las mismas mediante conectores especiales.

Después de su fijación dispondremos de elementos especiales que acompañan a la chapa de acero que sirven para la fijación del hormigón en este tipo de forjado.

Antes del hormigonado procederemos al apuntalamiento del forjado, para que no se produzcan deformaciones en el centro de vano cuando deba resistir su propio peso. El

apuntalamiento solo se realizará en zonas concretas no siendo necesario en este tipo de forjado un apuntalamiento excesivo como ocurre en otros.

Una vez finalizado el apuntalamiento, se deberá ferrallar y posterior hormigonado del forjado.

Tras la finalización del forjado y para aprovechar los días de secado se procede a realizar los trabajos de cubierta. En estos trabajos deberemos trabajar exclusivamente en este punto y no realizar ningún otro trabajo en el interior de la nave, por el riesgo de caída de materiales desde lo alto de la cubierta.

Mediante una grúa dispondremos en su ubicación los paneles tipo sándwich los cuales uniremos a las correas mediante una unión especial que evitará la producción de goteras en dichos paneles.

### **8.6. Solera y firme.**

Con toda la estructura y cerramientos ya finalizados, se procede a la realización de la solera interior de la nave. Para su construcción debemos limpiar de materiales el interior de la nave y compactaremos mediante un pisón vibrador el terreno para que quede completamente llano el suelo.

Antes del hormigonado de la solera procederemos a la colocación sobre el suelo de una lámina de polietileno antes de verter el hormigón de la solera.

La misión de ésta capa de polietileno es, por un lado, permitir el libre movimiento de la masa de hormigón sobre el soporte, reduciendo el rozamiento entre ambas capas y por otro lado evitar la pérdida de lechada de la masa de hormigón y el posible ascenso de humedades de capilaridad.

Una vez puesto el polietileno procederemos a colocar la armadura con sus correspondientes separadores. Una vez finalizado este proceso, verteremos el hormigón. Se deberá vibrar al igual que hemos hecho en el proceso de construcción de la cimentación y humedecerlo durante los 4 o 5 días siguiente al hormigonado.

Para proseguir con la construcción de la nave, se procede a finalizar la explanada y el firme de la misma. Para a explanada se aprovechará el material sacado de los encepados y trayendo a obra el material necesario que falte. Al igual que en el anterior proceso deberemos disponer de una pala cargadora, una motoniveladora y un rodillo vibrador.

Una vez compactado correctamente se procede a la finalización de los imbornales en los bordes de la parcela que recogerán el agua de las lluvias y los imbornales junto a la nave para evitar el acceso de agua al interior de la misma. Se tendrá especial cuidado junto a la nave para que no acceda agua a su interior y tampoco se filtre, deteriorando la solera de hormigón.

Para finalizar, se construirá la capa de la mezcla bituminosa. Para finalizar el firme deberemos disponer de una extendedora.

### **8.7. Urbanización de la parcela.**

Este proceso se realizará en conjunto con los acabados del interior de la nave. En los mismo debemos de realizar el muro que separa la calle con la parcela.

Se construye con bloques de hormigón sobre los que deberemos disponer un verga metálica.

Para el acceso a la parcela dispondremos un paso peatonal que se realizará con una puerta metálica, mientras que para el acceso de vehículos se ha optado por el emplazamiento de dos puertas automáticas metálicas de grandes dimensiones, una para albergar la entrada de vehículos y otra para la salida de los vehículos.

Tras todo el proceso, se pintarán los aparcamientos por toda la zona reservada para dicho fin.

### **8.8. Trabajos en el interior de la nave.**

Estos trabajos como hemos comentado en el apartado anterior, se realizan a la vez que los trabajos del exterior de la nave.

En este proceso disponemos a realizar en un primer momento la instalación del falso techo junto a la instalación de los conductos de ventilación e instalación eléctrica.

Tras esto comenzamos con el levantamiento de los tabiques, teniendo en cuenta la ubicación de la instalación eléctrica y a la colocación de suelo en baños y oficinas. Una vez finalizado este proceso y con el secado de los tabiques se procede a la colocación en los baños de los azulejos de las paredes. Mientras su secado se procede a poner en su sitio todos los sanitarios.

Para finalizar se procederá a la colocación de las particiones de cristal en la zona de oficinas con sus respectivas puertas.

## **9. Tiempo de construcción.**

El plazo de ejecución de la nave sin contar el proceso previo de estudio, el estudio geotécnico de la parcela y el vallado de la misma, se estima una duración 143 días. El comienzo de la obra es el 07/05/2018 y se estima una fecha de finalización el día 26/09/2018.

Para la estimación de la duración de cada parte de la obra se remite a la visualización del Anejo 6: Programa de trabajos.

## **10. Justificación de precios.**

Para dar una orientación sobre el coste se remite al documento N°3: Presupuesto estimativo. En el podremos encontrar por unidades de obra una aproximación al coste de la obra.

Dicho coste es una aproximación del coste total de la obra, sin ser un precio definitivo.

Las unidades de obra y materiales que se han seleccionado para estimar dicho presupuesto son las obtenidas del Anejo nº 4: Estudio de soluciones y de los valores obtenidos en el Anejo nº5: Cálculo de estructuras.

El presupuesto estimado asciende a **NOVECIENTOS OCHENTA MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

## **11. Documentación adjunta al proyecto.**

- **Documento N° 1: Memoria.**
  - Memoria
  - Anejo 1: Antecedentes
  - Anejo 2: Estudio geotécnico y geológico
  - Anejo 3: Actuaciones previas
  - Anejo 4: Estudio de soluciones
  - Anejo 5: Cálculo de estructuras
  - Anejo 6: Cimentaciones
  - Anejo 7: Programa de trabajos
  
- **Documento N° 2: Planos**
  - 01. Ubicación de la nave
  - 02. Parcelación polígono
  - 03. Ubicación dentro de la parcela
  - 04. Distribución interior
  - 05. 3D Nave
  - 06. Laterales nave
  - 07. Pórticos nave
  - 08. Cubierta nave
  - 09. Placas de anclaje
  - 10. Uniones 1, 2, 3, 4 y 33
  - 11. Uniones 5, 6, 7, 8 y 32
  - 12. Uniones 9, 10, 11, 12, 13 y 31
  - 13. Uniones 14, 18 y 30
  - 14. Uniones 15, 16, 27, 28 y 29
  - 15. Uniones 17 y 22
  - 16. Uniones 19, 20, 21, 24, 25 y 26
  - 17. Unión 23
  - 18. Uniones 34, 35, 36, 37 y 38
  - 19. Uniones 39, 40, 41 y 42
  - 20. Unión 43
  - 21. Unión 44
  - 22. Unión 45
  - 23. Unión 46
  - 24. Unión 47
  - 25. Unión 48
  - 26. Cimentaciones
  
- **Documento N°3: Presupuesto estimativo**

## **12. Declaración de obra.**

Tras la redacción de los anteriores apartados se da por concluido el proyecto básico de una Nave Industrial para talleres y oficinas en Fuenlabrada (Madrid).

**Valencia, junio 2018.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'F. Pardo', written over a horizontal line.

**Francisco Alberto Hernández Pardo**