



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS,**  
**CANALES Y PUERTOS**

**GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS**  
**ESPECIALIDAD: CONSTRUCCIONES CIVILES**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**  
**DISEÑO ESTRUCTURAL DE OBRAS DE HORMIGÓN ENTERRADAS**

Paso Inferior En El PK 11+800, Autovía A-33, Tramo: A-31 – A-35 CIEZA-La Font de la Figuera, Valencia.

**TUTOR:**

MOYA SORIANO, JUAN FRANCISCO

**AUTOR:**

LAABOUDI, YOUSSEF

**VALENCIA, ENERO 2015**



## Índice:

### 1. MEMORIA

### 2. ANEJOS

- Anejo N° 1: LOCALIZACIÓN, CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- Anejo N° 2: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- Anejo N° 3: ESTUDIO DE SOLUCIONES
- Anejo N° 4: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
- Anejo N° 5: VALORACIÓN DE ENSAYOS
- Anejo N° 6: VALORACIÓN ECONÓMICA.



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA





## DOCUMENTO N°1: MEMORIA



## DOCUMENTO N°1: MEMORIA



## DOCUMENTO N°1: MEMORIA



### INDICE:

- 1.- OBJETO Y ALCANCE
- 2.- ANTECEDENTES
- 3.- SITUACIÓN ACTUAL
- 4.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- 5.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 6.- ESTUDIO DE SOLUCIONES
- 7.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA
8. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
- 9.- VALORACIÓN DE ENSAYOS
- 10.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
11. DOCUMENTOS QUE SE INTEGRAN EN EL PROYECTO



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



### 1.- OBJETO Y ALCANCE

El objeto de este documento es la definición y valoración de las obras de construcción del paso inferior en la autovía A-33 Cieza-La Font de la Figuera en el cruce entre la A-31 y la A-35, en la provincia de Valencia.

Con la construcción del paso inferior se pretende dar solución que servirá de enlace entre las provincias de Valencia, Alicante y Albacete.

Cabe decir que el paso inferior se construye al unísono con las obras de construcción de la citada autovía.

Este proyecto constituye el Trabajo Fin de Grado del autor, y se presenta para cumplir el requisito necesario para la obtención del título de Grado de Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles.

### 2.- ANTECEDENTES

El título de este proyecto, “Proyecto de diseño estructural de la obra de hormigón enterrada en autovía A-33, Cieza la Font de la figuera PK 11+800”, fue propuesto por el tutor Moya Soriano, Juan Francisco profesor de la Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de Valencia como trabajo final de grado.

### 3.- SITUACIÓN ACTUAL

El paso inferior está ubicado en la Comunidad Valenciana, concretamente en la “Autovía A-33 Cieza-La Font de la Figuera. Tramo: A-31 –A-35 (La Font de la Figuera)”.





#### **4.- CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

Para la redacción del proyecto se ha requerido un levantamiento cartográfico de la zona.

Se ha empleado el levantamiento topográfico realizado para la construcción de la A-33, del "Proyecto de Construcción de la Autovía".

#### **5.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

La geología de la zona, según el mapa geológico de España consta de un nivel compuesto por margas. Presenta algunas intercalaciones de limos arenosos.

En cuanto a la geotecnia, Los parámetros geotécnicos necesarios para la caracterización del terreno fueron:

Parámetro geotécnico	Valor
coeficiente de balasto	15000 KN/m <sup>3</sup>
Peso específico del terreno	20 KN/m <sup>3</sup>
Angulo de rozamiento	30°
Tensiones admisibles bajo el marco	150 KN/m <sup>2</sup>
Tensión admisible en zapatas	170 KN/m <sup>2</sup>

#### **6.- ESTUDIO DE SOLUCIONES**

Con el estudio de soluciones se pretende realizar la elección de la mejor alternativa de ejecución del paso inferior para la realización del presente proyecto.

Para ello se describirán los condicionantes técnicos de partida, se propondrá un conjunto de posibles soluciones estructurales, se determinarán los criterios de juicio a aplicar, se analizarán con ellos las propuestas técnicas ya planteadas, se concluirá justificadamente con la mejor de todas y se ampliará la descripción de ésta última.

Los principales criterios de valoración son: funcionalidad, construcción, conservación, impacto ambiental, estética y economía.

Las distintas soluciones propuestas son:

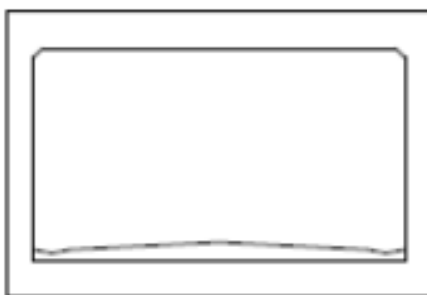
- Solución 1: No construir este paso inferior.
- Solución 2: Paso inferior metálico.
- Solución 3: Bóveda



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

- Solución 4: Pórtico en U invertida con losa superior apoyada sobre los hastiales
- Solución 5: Pórtico en U invertida con losa superior unida a los hastiales
- Solución 6: Marco cerrado construido “in situ”

Resultando como elegida la solución 6. El estudio de dicha solución se lleva a cabo en el Anejo Nº 3 Estudio de Soluciones y constituye uno de los anejos fundamentales del presente proyecto.



*Marco de hormigón armado ejecutado in situ*

### **7.- DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA**

El paso inferior de la autovía A-33 que servirá de enlace entre las provincias de Valencia, Alicante y Albacete, se va a realizar, como se ha comentado en el punto anterior, con un marco cerrado de hormigón armado ejecutado in situ.

El marco se rematará en sus extremos exteriores con cuatro aletas de hormigón armado.

#### **Marco**

El marco tiene 10.00 metros de gálibo horizontal interior y 5.80 metros de gálibo vertical interior, con una longitud total del marco de 32.00 metros.

La montera de tierras, entendiéndose por esta la suma del terraplén y del firme de la autovía, que soportará el techo de esta estructura será de 0.86 metros.

La losa inferior del marco tiene un espesor de 0.80 metros, al igual que la losa superior, y los hastiales tienen un espesor de 0.70 metros.





## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

Los materiales que se emplean son hormigón HM-15 a modo de hormigón pobre para nivelación de la cota del terreno, para el marco será HA-30/B/20/IIa y el acero B500SD.

### Aletas

Las aletas tendrán unas dimensiones apropiadas para soportar el empuje de tierras y la carga diferida proveniente de las sobrecargas de la vía. Éstas nacerán de las esquinas de las secciones extremas del marco.

Las aletas tipo 1, que son las de 10.50 metros de longitud estarán configuradas por 2 secciones distintas con diferente geometría y configuración de armado y las aletas tipo 2, las de 10.78 metros, se configurarán en 2 secciones. Con ello se pretende optimizar el empleo de acero en la construcción, ya que las situaciones tensionales soportadas van variando a medida que la aleta se aleja del marco.

- Aleta tipo 1: El ancho del muro será 0.70 m y en cuanto a las zapatas tendrán un espesor de 0.70 m también.
- Aleta tipo 2: El ancho del muro será 0.40 m y en cuanto a las zapatas tendrán un espesor de 0.50 m.

La definición de las distintas secciones en cuanto a su altura y dimensiones de la zapata será la siguiente:

- Tipo 1 : → Talón= 2.80 m; Puntera=1.70 m; H=7.65 m
- Tipo 2 : → Talón= 2.00 m; Puntera=0.50 m; H=4.00 m

## **8. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS**

### Acciones a considerar

Las acciones a considerar son las indicadas en la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11)



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



Acciones permanentes (G)

- Peso propio.
- - Peso tierras

Cargas permanentes de valor no constante (G\*)

- Empuje activo
- Empuje al reposo del terreno

Acciones variables

- Tren de cargas
- Sobrecarga uniformemente repartida
- Sobrecarga en terraplenes adyacentes

### Características de los materiales

Hormigón para armar:

En la construcción del marco, las aletas se emplearán:

- HM-15, para limpieza y nivelación.
- HA-30/B/20/IIa como material estructural en marco, losas y aletas.

Acero en armaduras pasivas:

Para todas las estructuras se empleará acero soldable en forma de barra corrugada tipo B500SD.

### Coeficientes de seguridad

La seguridad en el proyecto se ha introducido mediante el método de los Estados Límite, que supone la aplicación de coeficientes de minoración de resistencias y de mayoración de acciones. Los coeficientes vienen marcados por la normativa vigente y son los normalmente empleados en este tipo de obras. La misma normativa establece la hipótesis de combinación de acciones. En el Anejo 4: Cálculo de estructuras se puede ver una mayor descripción del método empleado.

### Modelización de la estructura

La estructura del cajón se calculará por elementos finitos tipo marco mediante nudos y barras, utilizando el programa informático "SAP-2000", con el fin de calcular los distintos esfuerzos de rotura (Cortante, axil y flector).



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

De esta manera y tras definir e introducir en el programa informático las distintas solicitudes actuantes así como sus estados de carga, dicho programa nos devolverá por cada tramo la carga máxima actuante, el estado de carga más desfavorable del correspondiente tramo.

Como hemos mencionado, la estructura del marco, que calcularemos por elementos finitos mediante nudos y barras utilizando el programa informático "SAP-2000" deberá ser modelizada previamente. Para realizar esta modelización se divide la misma en tramos equidistantes, concretamente, en 10 tramos por cada una de sus partes significativas, quedando así dividido del 1 al 10 en el hastial izquierdo, del 11 al 20 en la losa superior, del 21 al 30 en el hastial derecho y del 31 al 40 en la losa inferior.

Cabe destacar que en dicho programa la estructura queda modelizada mediante una sección transversal de 1.00 metros de espesor.

### **9.- VALORACIÓN DE ENSAYOS**

En el Anejo Nº 5. Valoración de ensayos, se incluye un listado y su valoración correspondiente, de los ensayos a realizar durante la ejecución de las obras. La valoración de ejecución es de 5630.23 €.

### **10.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

Se ha realizado una valoración aproximada de las obras proyectadas, para ello se han definido unas unidades de obra, agrupadas por capítulos, unas mediciones y unos precios unitarios, descritos en el Anejo Nº 6: valoración económica. El resultado obtenido ha sido el siguiente:

	descripción	
	capítulo 1: movimiento de tierras	4960.8
	capítulo 2: estructuras	175761.9
	capítulo 3: drenaje	10981.08
	valoración total	191703.78



## DOCUMENTO Nº1: MEMORIA



De manera aproximada podemos decir que las obras proyectadas se valoran en 191703.78 €.

### **11. DOCUMENTOS QUE SE INTEGRAN EN EL PROYECTO**

Documento Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

1. MEMORIA

2. ANEJOS

- Anejo Nº 1: LOCALIZACIÓN, CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
- Anejo Nº 2: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- Anejo Nº 3: ESTUDIO DE SOLUCIONES
- Anejo Nº 4: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
- Anejo Nº 5: VALORACIÓN DE ENSAYOS
- Anejo Nº 6: VALORACIÓN ECONÓMICA.

Documento Nº 2: PLANOS

Valencia, Enero de 2015

El autor de la memoria

Fdo : Laaboudi, Youssef



## DOCUMENTO N°1: MEMORIA



## DOCUMENTO N°1: MEMORIA