



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# TRABAJO FINAL DE GRADO

---

**Titulo del proyecto:**

**Enlace entre el peaje de la AP-7 en Oropesa (provincia de Castellón) y la N-340. Predimensionamiento de estructuras**

**Titulación:**

**Grado en ingeniería de obras públicas: especialidad en construcciones  
civiles**

**Autor:**

**Timor Olcina, Agustín**

**Tutor y cotutores:**

**Camacho Torregrosa, Francisco Javier**

**López Porta, Evaristo Manuel**

**Pérez Zuriaga, Ana María**

***Valencia, Julio de 2014***



Enlace entre el peaje de la AP7 en Oropesa y la N-340:  
Predimensionamiento de estructuras

*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR  
DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS



# DOCUMENTO nº1:

# MEMORIA

---

*Valencia, Julio de 2014*



Enlace entre el peaje de la AP7 en Oropesa y la N-340:  
Predimensionamiento de estructuras

*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*



*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*

<b>1. OBJETO Y LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANTECEDENTES Y NECESIDADES .....</b>	<b>6</b>
<b>3. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES .....</b>	<b>6</b>
<b>4. NORMA UTILIZADA .....</b>	<b>7</b>
<b>5. ESTUDIOS PREVIOS.....</b>	<b>8</b>
5.1.    GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	8
5.1.1- <i>Geología</i> .....	8
5.1.2- <i>Geotecnia</i> .....	9
<b>6. ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE .....</b>	<b>9</b>
<b>7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....</b>	<b>10</b>
7.1.    ACCIONES .....	12
7.2.    MATERIALES.....	12
7.3.    MODELIZACIÓN Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL TABLERO .....	13
<b>8. PRESUPUESTOS .....</b>	<b>15</b>
8.1.    PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	15
8.2.    PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN .....	16
<b>10- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....</b>	<b>17</b>



## **1. OBJETO Y LOCALIZACIÓN**

El presente proyecto tiene por objeto la definición, descripción y valoración de las características técnicas y geométricas así como la adecuación a la normativa actual de la estructura necesaria para la construcción de un enlace de carretera entre la AP-7 y la N-340, en el término municipal de Oropesa (Castellón). Su localización exacta se encuentra en el anejo nº1: "Localización".

El presente proyecto se presenta con el título: "PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURA SOBRE LA N-340 EN OROPESA (CASTELLÓN)", en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Valencia.

Este Trabajo Fin de Grado forma parte de un Trabajo completo realizado por el autor de este documento y los alumnos Carla Rubió Salom y José Ramón Elorza Pinilla. En el estudio de soluciones realizado por Carla Rubió, se han evaluado distintas alternativas para mejorar el nudo. En esta fase se va a desarrollar la que se ha considerado como mejor.

En la parte De José Ramón Elorza se va a definir y valorar la solución a nivel de trazado, drenaje, señalización, sistemas de contención y balizamiento y reposición de servicios afectados.

En este documento se desarrollará el predimensionamiento de la estructura.

Se a valorar conjuntamente las partes de solución de trazado y predimensionamiento de la estructura.

Este trabajo de fin de grado ha sido propuesto y dirigido por el Profesor Francisco Javier Camacho Torregrosa, subdirector del departamento de Ingeniería e Infraestructuras de los transportes.



## **2. ANTECEDENTES Y NECESIDADES**

En junio de 2003 la Dirección General de Carreteras de la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento redactó el Estudio Informativo N-340. Autovía Castellón – L'Hospitalet de L'Infant. En este documento se preveía el desdoblamiento de la N-340.

En abril de 2005 se firmó un Protocolo de Carreteras entre el Ministerio de Fomento y la Consellería de Infraestructuras y Transporte para el periodo 2005-2010, en el que entre otras actuaciones, están previstas la ejecución de la Variante de Benicassim y la Variante de Oropesa.

En diciembre de 2005 la Dirección de Carreteras del Ministerio de Fomento emitió Orden de estudio del desdoblamiento de la Duplicación de la variante de la N-340 a su paso por Oropesa, redactándose el Proyecto en 2008.

Actualmente, no está prevista a corto o medio plazo la licitación de estas obras, por lo que se propone una solución para este nudo, con el objeto de mejorar la capacidad de la misma y su seguridad vial.

## **3. LIMITACIONES Y CONDICIONANTES**

Vamos a comentar en este apartado los condicionantes y limitaciones que vienen impuestas en el presente proyecto.

Por lo que respecta a la ubicación y dimensionamiento de la estructura, tendremos en cuenta que viene condicionada por el encaje del enlace proyectado. Para ver todas las limitaciones y condicionantes que han llevado a escoger la solución adoptada se debe consultar el Anejo nº4: "Estudio de soluciones".



## 4. NORMA UTILIZADA

A continuación se menciona la normativa y documentación técnica que se ha tenido en cuenta para la elaboración de este proyecto.

- ESTRUCTURAS:
  - Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
  - Norma de construcción sismorresistente: puentes (NCSP-07)
  - Instrucciones sobre acciones a considerar en puentes de carretera (IAP-11).
  - Guía de cimentaciones en obras de carretera del Ministerio de Fomento.
  - Recomendaciones para la realización de pruebas de carga de recepción en puentes de carretera.
  - Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puentes de carretera.
  - Nota de servicio sobre losas de transición en obras de paso.
  - Nota técnica sobre aparatos de apoyo para puentes de carretera.
  
- GENERALES:
  - PG-3 y modificaciones realizadas del mismo por orden circular.



## **5. ESTUDIOS PREVIOS**

### **5.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

En el anejo nº3 "Geología y geotecnia" se encuentra el estudio detallado de las materias que se resumen a continuación.

#### **5.1.1- Geología**

En el anejo nº2: "Geología y geotecnia" se encuentra el estudio geológico detallado.

La zona de proyecto está situada sobre los depósitos cuaternarios de abanico aluvial típicos de la plana de Oropesa y que están constituidos por un conglomerado granosostenido pardo rojizo, con intercalaciones de capas de arcillas, arenas y costras calcáreas superficiales (caliches) muy cementadas. Su estratificación es subhorizontal con suave pendiente deposicional hacia el mar.

Los niveles freáticos en la zona se encuentran a más de 11m de profundidad.



### 5.1.2- Geotecnia

En el anejo nº2: "Geología y geotecnia" se encuentra el estudio detallado. En dicho anejo también se explican las prospecciones realizadas y la interpretación de los resultados de las mismas.

De los datos de las prospecciones se han calculado la presión máxima admisible ( 26 MPa ) y la altura máxima de taludes ( 8m , para talud 2H 3V).

## **6. ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA LA ESTRUCTURA DEL PUENTE**

El Anejo nº4 "Estudio de soluciones" tiene por objeto la exposición de las distintas soluciones viables para la resolución del puente para el enlace entre la AP-7 y la N-340, así como la elección justificada de la solución que se considere más adecuada.

La nueva infraestructura tiene que salvar una luz de 40 m de modo que por debajo de la misma transcurra la N-340. Para llegar a dicha solución emplearemos la siguiente metodología en el Anejo nº4 "Estudio de soluciones":

- Análisis de los datos naturales y otros condicionantes. En este paso se describen los condicionantes que principalmente influirán en la elección del ancho de la plataforma y la posibilidad en la disposición de apoyos intermedios.
- Examen de varios criterios de valoración que nos permitirán facilitar el análisis de las distintas alternativas propuestas.



*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*

- Planteamiento de soluciones posibles. En este paso se determinan las tipologías de puentes y los esquemas resistentes que se adaptan mejor a nuestros condicionantes anteriormente descritos.
- Análisis multicriterio y valoración de cada alternativa aceptable que dé como respuesta la solución óptima a adoptar. La técnica de decisiones sera la multicriterio.
- Finalmente, según los criterios, pesos y valores tomados , utilizando un análisis multicriterio da como alternativa dominante una estructura mediante tablero de vigas prefabricadas y dos vanos de 20 m.

En el anejo nº4: "Estudio de soluciones" también se justifica la elección de las pilas , estribos y aparatos de apoyo.

## **7. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

En el Anejo nº 5: "Anejo de cálculo" se establecen las bases de cálculo para todos los elementos que formarán la estructura.

El método que se utilizará será el de los Estados Límite para las distintas situaciones de proyecto que se pueden dar lugar.

En este método, el valor de cálculo de una variable se obtiene a partir de su principal valor representativo, ponderándolo mediante su correspondiente coeficiente parcial de seguridad. También se deben obtener los valores de cálculo de los materiales. Estos coeficientes, no tienen en cuenta la influencia de posibles errores humanos groseros .



Las situaciones de proyecto se clasifican según sean:

- Situaciones persistentes, que corresponden a las condiciones de uso normal de la estructura.
- Situaciones transitorias, como son las que se producen durante la construcción o reparación de la estructura.
- Situaciones accidentales, que corresponden a condiciones excepcionales aplicables a la estructura.

Se definen como Estados Límite “aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada” (EHE 08). Se clasifican en:

- Estados Límite Últimos.
- Estados Límites de Servicio.
- Estado Límite de Durabilidad.

Por lo tanto, debe comprobarse que la estructura no supere ninguno de los Estados Límite en cualquiera de las situaciones de proyecto anteriormente definidas.

La denominación de Estados Límite Últimos “engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma, o de parte de ella” (EHE 08).

La denominación de los Estados Límite de Servicio “engloba todos aquellos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad o de aspecto requeridos” (EHE 08).



Se entiende el Estado Límite de Durabilidad “el producido por las acciones físicas y químicas, diferentes a las cargas y acciones del análisis estructural, que pueden degradar las características del hormigón o de las armaduras hasta límites inaceptables”. Se excluirá del análisis estructural, ya que se trata de elaborar una estrategia eficaz, acorde a la clasificación de la agresividad ambiental del emplazamiento.

### **7.1. ACCIONES**

Las acciones a considerar son las indicadas en la instrucción relativa a las acciones en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11). Su desarrollo completo puede encontrarse en el Anejo nº 5 “Cálculo de Estructuras”.

### **7.2. MATERIALES**

Las características de los materiales quedan especificadas en el correspondiente anejo de cálculo de Estructuras. Los más destacables son:

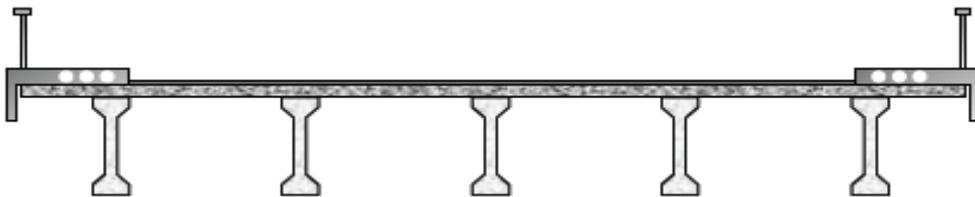
- HL-150 Hormigón de limpieza en cimientos.
- HA-30 En cimientos de pilas y estribos.
- HA-30 En alzado de pilas y estribos.
- HP-50 En vigas de tablero y HA-25 losa de tablero.
- Acero B-500 S en armaduras pasivas.

El ambiente en el que se encuentran estos materiales depende del tipo de material y del lugar en el que se encuentre.

### 7.3. MODELIZACIÓN Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DEL TABLERO

Cada una de las partes de un puente, como ocurre con cualquiera de las partes de otra estructura, deben de ser simplificadas desde la estructura real para transformarlas en un ideal de cálculo. Esta simplificación debe de ajustarse a la realidad, permitiendo su cálculo de una manera más sencilla.

Si se observa el tablero de la estructura, se trata de un tablero de vigas prefabricadas. Éste se modeliza como emparrillado plano.



En cuanto al cumplimiento de los Estados Límite Últimos (E.L.U.) y el dimensionamiento de la armadura pasiva longitudinal, se seguirá lo expuesto en la EHE

- 08. Se verifican:

- Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales.
- Estado límite de agotamiento frente a cortante.
- Estado límite de agotamiento frente a cortante: rasante entre alas y núcleo del tablero.
- Estado Límite de agotamiento por torsión.
- Interacción flector – cortante – torsor



Enlace entre el peaje de la AP7 en Oropesa y la N-340:  
Predimensionamiento de estructuras

*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*

En cuanto a los cálculos relativos a los Estados Límite de Servicio (E.L.S.) también se seguirá lo expuesto en la EHE-08:

- Estado límite de fisuración.
- Estado límite de deformaciones.



## 8. PRESUPUESTOS

### 8.1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

De la aplicación del Cuadro de Precios nº 1 a las mediciones del proyecto, resulta el Presupuesto de Ejecución Material que a continuación se indica:

#### RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	Movimiento de tierras.....	1.258,30	0,22
C02	Obras de drenaje.....	9.750,78	1,73
C03	Estructura.....	550.078,30	97,71
-U03CA	-ACEROS.....	369.481,64	
-U03CE	-ENCOFRADOS.....	42.961,76	
-U03CH	-HORMIGONES.....	76.960,57	
-U03CV	-VIGAS PREFABRICADAS PRETENSADAS.....	60.674,33	
C04	Varios.....	1.894,66	0,34
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>562.982,04</b>	
	13,00% Gastos generales.....	73.187,67	
	6,00% Beneficio industrial.....	33.778,92	
	SUMA DE G.G. y B.I.	106.966,59	
	21,00% I.V.A.....	140.689,21	
<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>		<b>810.637,84</b>	
<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>		<b>810.637,84</b>	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHOCIENTOS DIEZ MIL SEISCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

Agustín Timor Olcina, Julio de 2014.



## 8.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN

Como aplicación al Presupuesto de Ejecución Material de los porcentajes de Gastos Generales (13%) y del Beneficio Industrial (6%) y repercutir sobre la suma de todo ello el Impuesto de Valor Añadido vigente, resulta un Presupuesto Base de Licitación que a continuación se indica:

Presupuesto de ejecución material	636.196,00
13% de gastos generales	82.705,48
6% de beneficio industrial	38.171,76
Suma	757.073,24
21% IVA	158.985,38
Presupuesto de ejecución por contrata	916.058,62

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVECIENTOS DIECISEIS MIL CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS.



## **10- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

### **DOCUMENTO nº1- MEMORIA**

- MEMORIA
  
- ANEJOS A LA MEMORIA
  - ANEJO Nº1 - LOCALIZACIÓN
  
  - ANEJO Nº2 - GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
  
  - ANEJO Nº3 - ESTUDIO DE SOLUCIONES
  
  - ANEJO Nº4 - ANEJO DE CÁLCULOS
  
  - ANEJO Nº5 - DRENAJE
  
  - ANEJO Nº6 - PLAN DE OBRA



Enlace entre el peaje de la AP7 en Oropesa y la N-340:  
Predimensionamiento de estructuras

*DOCUMENTO nº1: MEMORIA*

**DOCUMENTO nº2- PLANOS**

- Plano nº1: Localización
- Plano nº2: Plano general
- Plano nº3: Geometría tablero
- Plano nº4: Armado tablero
- Plano nº5: Geometría pilas
- Plano nº6: Armado pilas
- Plano nº7: Armado cimentación
- Plano nº8: Geometría estribos
- Plano nº 9 : Drenaje
- Plano nº10: Equipamientos

**DOCUMENTO Nº 3.- PRESUPUESTO**

- 4.1 MEDICIONES
- 4.2 PRESUPUESTO
- 4.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO