



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Estudio de soluciones para el viaducto sobre el Arroyo del Cerezo, en el
deshablamiento de la circunvalación de Segovia.

Presentado por

Galve Espinosa, Arturo
Ferrer Terrades, Marc
Aparisi López, Tatiana
Escamilla Ros, Cristina

Para la obtención del

Grado en Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2018/2019

Fecha: Septiembre de 2018

Tutor: Alcalá González, Julián





1. DOCUMENTO Nº1 MEMORIA.....	5
2. DOCUMENTO Nº2 ANEJOS.....	17
2.1. ANEJO Nº1 ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	21
2.2. ANEJO Nº2 ESTUDIO DE SOLUCIONES.....	29
2.3. ANEJO Nº3 BASES DE CÁLCULO.....	41
2.4. ANEJO Nº4 CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	59
2.5. ANEJO Nº5 EQUIPAMIENTOS.....	295
2.6. ANEJO Nº6 PROGRAMA DE TRABAJOS.....	313
2.7. ANEJO Nº7 VALORACIÓN ECONÓMICA.....	323
3. DOCUMENTO Nº3 PLANOS.....	337
3.1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	341
3.2. PLANTA GENERAL.....	342
3.3. VISTAS GENERALES (PLANTA, ALZADO Y PERFIL).....	343
3.4. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA ARMADURA PASIVA.....	344
3.5. DESPIECE DEL ARMADO PASIVO.....	347
3.6. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA ARMADURA ACTIVA.....	348
3.7. EQUIPAMIENTOS.....	355

Documento N^o1:
MEMORIA

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DEL CEREZO, SEGOVIA

Autoras:

APARISI LÓPEZ, Tatiana
ESCAMILLA ROS, Cristina

Tutor:

ALCALÁ GONZALEZ, Julián

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS
CURSO 2018/2019

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA





1. RESUMEN.....	9
2. OBJETO.....	9
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	10
4. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.....	10
5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	11
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	11
7. PROCESO CONSTRUCTIVO.....	12
8. EQUIPAMIENTOS.....	13
9. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	13
10. ASPECTOS ECONÓMICOS.....	14
11. CONCLUSIONES.....	14



1. RESUMEN

Idioma: castellano

El presente documento consiste en el Trabajo de Final de Grado (TFG) necesario para concluir los estudios del Grado en Ingeniería de Obras Públicas, especialidad en Construcciones Civiles, cursados en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Valencia en la Universitat Politècnica de València.

En este proyecto, titulado "ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DEL CEREZO, EN EL DESDOBLAMIENTO DE LA CIRCUNVALACIÓN DE SEGOVIA" se han desarrollado dos posibles soluciones para la estructura E-13 englobada dentro del proyecto "PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN, CONVERSIÓN EN AUTOVÍA DE LA CARRETERA SG-20 CIRCUNVALACIÓN DE SEGOVIA DEL P-K. 0+000 AL 15+530". Dichas soluciones consisten en una alternativa con tablero mixto, compuesto por una sección en cajón metálica y una losa superior de hormigón armado, y un tablero de hormigón en cajón pretensado con armaduras postesas.

Dado que el presente trabajo tiene como objetivo la comparación de dos tableros, los datos de partida son los mismos, así como pilas, estribos y todo lo referente al terreno.

Idioma: catalán

El present document consisteix en el Treball de Final de Grau (TFG) necessari per a concloure els estudis del Grau en Enginyeria d'Obres Públiques, especialitat en Construccions Civils, cursats a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de València a la Universitat Politècnica de València.

En aquest projecte, titulat "ESTUDI DE SOLUCIONS PER AL VIADUCTE SOBRE EL RIEROL DEL CIREZER, EN EL DESDOBLAMENT DE LA CIRCUNVAL·LACIÓ DE SEGÒVIA" s'han desenvolupat dos possibles solucions per a l'estructura E-13 englobada dins del projecte "PROJECTE DE CONSTRUCCIÓ, CONVERSIÓ EN AUTOVIA DE LA CARRETERA SG-20 CIRCUNVAL·LACIÓ DE SEGÒVIA DEL P-K. 0+000 AL 15+530". Aquestes solucions consisteixen en una alternativa amb tauler mixt, compost per una secció en calaix metàl·lica i una losa superior de formigó armat, i un tauler de formigó en calaix pretesat amb armadures posteses.

Atès que el present treball té com a objectiu la comparació de dos taulers, les dades de partida seran les mateixes, així com piles, estreps i tot allò referent al terreny.

Idioma: inglés

This document consists of the Final Degree Project (TFG) necessary to complete the studies of the Degree in Civil Engineering, specializing in Civil Constructions, completed at the School of Civil Engineering of Valencia in the Universitat Politècnica de València.

In this project, entitled "STUDY OF SOLUTIONS FOR THE VIADUCT ON THE ARROYO DEL CEREZO, IN THE UNDOCUATION OF THE CIRCUMVALATION OF SEGOVIA" two possible solutions have been developed for the E-13 structure included in the project "CONSTRUCTION PROJECT, CONVERSION IN ROAD MOTORWAY SG-20 CIRCUNVALATION OF SEGOVIA DEL PK. 0 + 000 AL 15 + 530 ". These solutions consist of an alternative with a mixed board, consisting of a metal box section and a reinforced concrete upper slab, and a prestressed concrete box with post-tensioned reinforcement.

Since the present work has the objective of comparing two boards, the starting data are the same, as well as batteries, stirrups and everything related to the terrain.

2. OBJETO

El presente trabajo se redacta en calidad de Trabajo de Fin de Grado (TFG) por cuatro alumnos divididos en dos grupos de trabajo, como queda especificado en el apartado 3 de este mismo documento, pertenecientes a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universitat Politècnica de València (UPV). La realización de este trabajo tiene como finalidad la obtención del título de GRADUADO/A EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS, especialidad en CONSTRUCCIONES CIVILES.

El Trabajo de Final de Grado denominado "ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DEL CEREZO, EN EL DESDOBLAMIENTO DE LA CIRCUNVALACIÓN DE SEGOVIA" engloba dos alternativas para el tablero del mencionado viaducto.

Para el estudio de estas alternativas, se han compuesto dos grupos de personas que se encargarán de la definición de cada uno de los tableros así como de todos los elementos que puedan ser de estudio. Se partirá de los parámetros de la carretera actual y del estudio geológico-geotécnico del proyecto original y se compararán ambos tableros utilizando variables como el coste, la construcción y el mantenimiento, la funcionalidad o la estética de cada uno de los casos.

No es objeto de estudio lo referente a pilas o estribos del viaducto, ya que para ambas alternativas se escogerían los mismos y se pretende una comparación entre ambos tableros valorando los parámetros indicados más arriba.



Ambas soluciones quedarán descritas y detalladas en cada uno de los anejos que se adjuntan así como en los planos, y figurando el reparto de tareas en el punto tercero de la presente memoria.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología aplicada para llevar a cabo este Trabajo de Fin de Grado multidisciplinar conformado por cuatro alumnos ha sido trabajar en dos grupos formados por dos alumnos cada uno, cada uno formado por una alternativa para el tablero.

Destacar, en primer lugar, que para la redacción de este proyecto ha sido importante la cooperación entre alumnos de una misma alternativa así como de la otra alternativa ya que han sido necesarios resultados de otros compañeros. Para facilitar este intercambio de información se ha mantenido un contacto constante entre los cuatro miembros del grupo y se han realizado varios talleres tanto con los cuatro miembros del grupo como con cada grupo individualmente. En estos talleres se ha tenido la oportunidad de comentar el avance de los estudios individuales entre los alumnos así como con los tutores que conforman este Trabajo de Final de Grado.

Cada uno de los dos grupos que conforman este proyecto ha contado con un tutor diferente, de la especialidad de la cual va referida el tablero. La organización de los seminarios y talleres ha dependido de los tutores encargados de cada especialidad y según las necesidades de los grupos.

A continuación se especifican los grupos de trabajo así como los autores de cada parte del presente trabajo:

Alternativa mixta:

Tutor: Vicente José López Desfilis

Alumnos: Arturo Galve Espinosa y Marc Ferrer Terrades

Alternativa de hormigón:

Tutor: Julián Alcalá González

Alumnas: Tatiana Aparisi López y Cristina Escamilla Ros

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA	Tatiana Aparisi López y Cristina Escamilla Ros
ANEJO Nº1: ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	Tatiana Aparisi López y Marc Ferrer Terrades
ANEJO Nº2: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	Tatiana Aparisi López
ANEJO Nº3: BASES DE CÁLCULO	Tatiana Aparisi López y Arturo Galve Espinosa
ANEJO Nº4: CÁLCULO ESTRUCTURAL MODELIZACIÓN EN SAP2000 CÁLCULO ESTRUCTURAL	Cristina Escamilla Ros Tatiana Aparisi López
ANEJO Nº5: EQUIPAMIENTOS	Cristina Escamilla Ros
ANEJO Nº6: PROGRAMA DE TRABAJOS	Cristina Escamilla Ros
ANEJO Nº7: VALORACIÓN ECONÓMICA	Cristina Escamilla Ros
DOCUMENTO Nº3: PLANOS	Tatiana Aparisi López

4. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

El Arroyo del Cerezo es un afluente del Arroyo de la Fuentecilla, y se encuentra situado en el término municipal de Segovia, entre las localidades de Segovia y Trescasas. Se encuentra dentro del conjunto definido por las localidades de Segovia, La Lastrilla, San Cristóbal de Segovia y Bernuy de Porreros, todas ellas dentro de la comunidad autónoma de Castilla y León, dentro de las cuales está situado el tramo de la carretera SG-29 (Circunvalación de Segovia), del P.K. 0+000 al P.K. 15+530.

La carretera objeto de estudio rodea prácticamente toda la provincia de Segovia, por lo cual tiene una afluencia de vehículos importante a lo largo del día. Se pretende convertir en autovía dicha carretera, desdoblándola en los puntos que sea necesario. La carretera comprende, a su vez, 28 estructuras entre pasos inferiores, viaductos y pasos superiores.

El Arroyo del Cerezo es sobrepasado por un viaducto del cual se pretende hacer un desdoble. El objetivo de este documento es proponer dos variantes para el nuevo viaducto, consistentes en una alternativa mixta de hormigón y acero y otra alternativa de hormigón pretensado.

Como datos comunes, se tiene una longitud total de 104 metros dividido en tres vanos de 32, 40 y 32 metros respectivamente, y un ancho de 11,80 metros, sobre los cuales irán



situados barreras y pretiles, dejando un ancho de calzada de 10,50 metros repartidos en un arcén y dos carriles.

5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Como queda recogido en el Anejo nº1, respecto a la geotecnia de la zona en estudio, se puede decir que es una zona bastante homogénea, en la que encontramos 1,00-1,50 m de depósito de arenas mezclado con gravas, y a partir de ese 1,50 m encontramos un sustrato rocoso sano (Gneiss), en el que se va a realizar la cimentación.

Dicho estudio lo ha realizado la empresa consultora AYESA, la cual ha confeccionado el perfil geológico en función de las diferentes zonas a través de la realización de campañas geotécnicas y trabajos de campo.

A continuación se detallan los puntos más importantes de dicho estudio, quedando éste debidamente reflejado en el Anejo nº1.

Apoyo	Ensayo	Profundidad (m)	Información obtenida
Pila 1 y Estribo 1, P.K. 5+550	Sondeo S-10E, calicatas C-120 y C-121 y perfil sísmico PSE-SB	10,00; 1,10 y 1,90, respectivamente	Nivel eluvial formado por gravas en matriz arenosa (0,50-1,50 m), debajo del cual se encuentra un sustrato en grado de alteración III-IV.
Pila 1 y pila 2, P.K. 5+550 y 5+620	Calicata C-119 y perfil sísmico PSE-SC	0,30	Franja alterada entre 1,20 y 1,70 m, por debajo de la cual aparece el gneiss casi sano. Nivel freático a 5,20 m de profundidad.
Pila 2 y estribo 2, P.K. 5+620	Sondeo SE-7.1 y calicatas C-19E, C-19bis y C-118	12,80; 0,90; 0,90 y 1,45, respectivamente	Nivel alterado (1,00 m) bajo el cual se presenta el sustrato gnéissico.

Atendiendo a las recomendaciones propuestas por la Guía de cimentaciones, la cimentación del estribo 1 se podrá efectuar mediante cargaderos flotantes sobre el relleno de acceso, y además se propone un tratamiento mediante soil-nailing entre los P.K. 5+540 y 5+560 colocados en los taludes para el correcto abalancamiento entre el futuro relleno de acceso y el actual.

Respecto a las pilas, se recomienda cimentar mediante zapatas empotradas, al menos, 0,50 m por debajo del sustrato rocoso, encontrado a 1,00 m de profundidad. Esto se traduce a que la cota mínima de cimentación será de 1,50 m.

Finalmente, el estribo 2 se cimentará mediante la ejecución de cargaderos flotantes sobre el relleno de acceso.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas realizado consiste en la programación de una hoja de cálculo con el programa Excel en la cual se realizan las matrices necesarias para la elección de la alternativa adecuada entre la metálica y la de hormigón mediante el método AHP de análisis multicriterio.

Se han realizado las diversas matrices de decisión necesarias para la valoración adecuada de los criterios seleccionados para el análisis: el criterio económico, el criterio sociocultural, el proceso constructivo y el criterio estético.

Para la asignación de las puntuaciones a los criterios se ha empleado, por una parte, los criterios de Saaty, y por otra parte, realizando un análisis de los condicionantes, tanto naturales como funcionales y constructivos.

Finalmente, se obtiene una matriz donde queda demostrado la superior viabilidad de la alternativa de hormigón frente a la alternativa mixta.

	Económico	Sociocultural	P.C.	Estético	TOTAL
Alternativa 1	0,14	0,60	0,75	0,88	0,44262731
Alternativa 2	0,86	0,40	0,25	0,13	0,55737269
PROMEDIO	0,51	0,09	0,30	0,10	

Tanto el análisis multicriterio con todas sus matrices de decisión como la descripción de los condicionantes quedan detallados en el Anejo nº2: Estudio de alternativas.



7. PROCESO CONSTRUCTIVO

Las obras de paso forman parte, en general, de un proyecto mucho más amplio con el que mantienen una interrelación en la que se condicionan mutuamente. Por lo tanto existen una serie de condicionantes que deben ser considerados a priori. Entre otros, destacan los condicionantes constructivos.

A partir de ellos se debe elegir:

- El tipo estructural
- Los materiales
- El procedimiento constructivo
- Las características de los elementos funcionales

El tipo estructural guarda una íntima relación con su proceso constructivo, por lo que las limitaciones que este tenga incidirán en la solución elegida.

Entre las circunstancias que pueden condicionar el proceso constructivo se citan las siguientes:

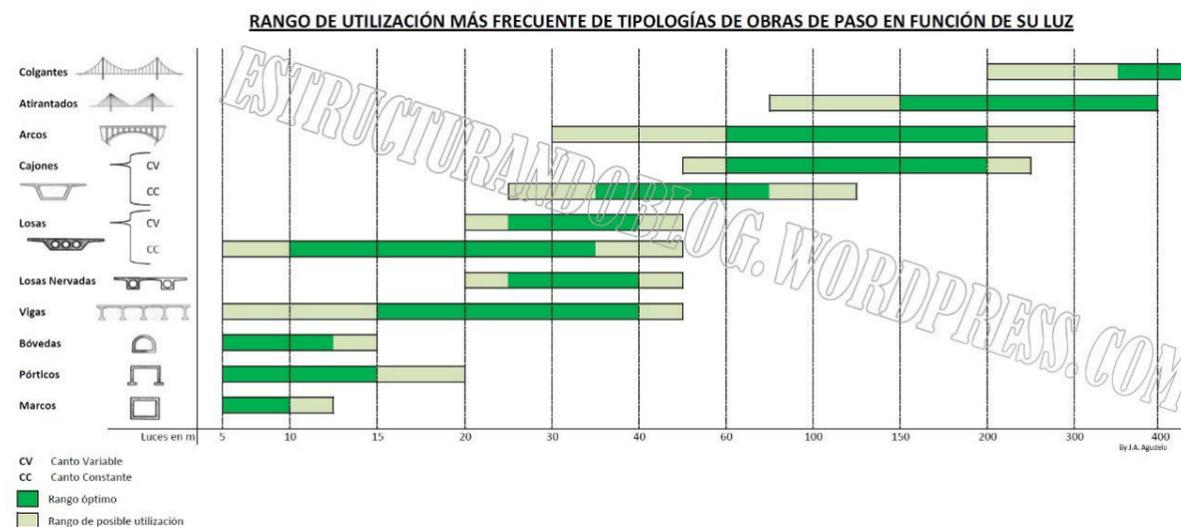
- Altura de rasante
- Accesibilidad y topografía
- Posibilidad de ejecutar desvíos provisionales
- Geometría de la traza

Realmente existen infinidad de factores que pueden ser decisivos a la hora de elegir la tipología de un puente, desde su luz, gálibos a respetar, capacidad de ejecución de la zona, afecciones a otros servicios, geotecnia y orografía de la zona, economía, estética, etc. Lo mismo sucede con los procesos constructivos.

Sin embargo, uno de los factores más decisivos en ambas elecciones, o por lo menos, el factor que limita directamente la viabilidad de la obra, es sin duda su luz: distancia horizontal entre ejes de apoyo de un vano (definición IAP-11).

Las distintas tipologías de puente tienen unos rangos de luces de aplicación, tanto por razones técnicas como por razones económicas, las cuales pueden verse en el gráfico adjunto, obtenido de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales" del Ministerio de Fomento, año 2000.

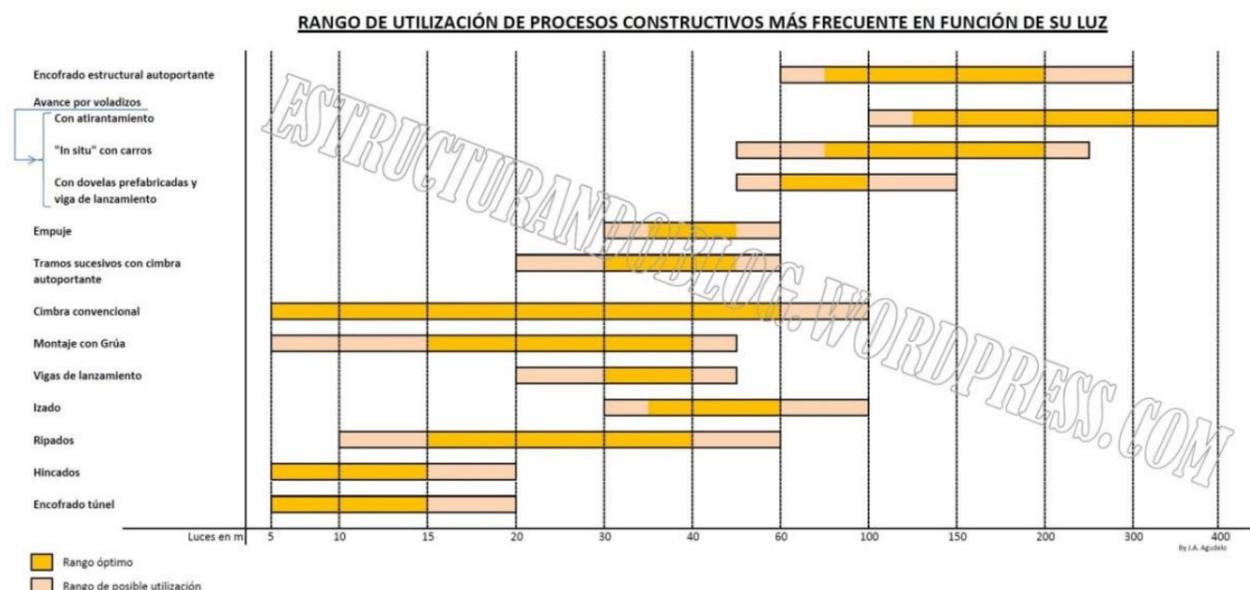
En dicho gráfico se indican rangos habituales en estructuras de hormigón, debiéndose tener en cuenta que en el caso de estructuras mixtas las luces correspondientes resultan algo mayores, debido al peso propio de este tipo de estructuras, considerablemente menor a las de hormigón.



Se puede comprobar cómo, para el caso que nos atañe, con luces de vano de 32 y 40 metros resulta óptimo el empleo de cajón de canto constante.

Como se ha dicho anteriormente, en general existe una fuerte interrelación entre la tipología de la obra de paso y su procedimiento constructivo.

En cuanto al proceso constructivo, en el siguiente gráfico se muestran los rangos de utilización más frecuente en función de la luz y en nuestro caso, siendo el tablero construido "in situ" lo más óptimo resulta el empleo de cimbra convencional en toda su longitud.



El método constructivo proyectado consiste en la ejecución del puente mediante una cimbra apoyada en sus extremos, en la pila y en los estribos, de esta manera, se busca no afectar al curso de agua durante la construcción del tablero superior. La cimbra se retirará cuando el propio puente sea capaz de aguantar su propio peso. Al colocar la cimbra en toda la longitud del puente, se puede ejecutar un vertido de hormigón de manera ininterrumpida, evitando la posible creación de juntas frías entre hormigonados.

Una vez el hormigón se haya vertido y haya adquirido una resistencia adecuada se procede al tesado de los tendones, mediante gatos hidráulicos.

Para la ejecución de la pila y de su respectiva cimentación, cuando sea necesario, se colocarán aguas arriba, tablestacas, para de esta manera desviar el curso de agua durante la construcción. Así, se consigue comodidad en la ejecución. Una vez ejecutados ambos elementos, se retirarán las tablestacas.

8. EQUIPAMIENTOS

Se definen todos aquellos elementos no resistentes del puente que resultan necesarios para el correcto funcionamiento y cuyo comportamiento es fundamental para cumplir las funciones requeridas.

En cuanto al drenaje superficial, se dispone de una rigola que recorre el paso superior en toda su longitud, la cual recoge las pluviales del tablero por el borde y las conduce a los sumideros, dispuestos en las inmediaciones de estribos y pilas.

Una vez conducido el agua hasta estas rejillas, se ha dispuesto un tubo de PVC recubierto por un tubo de fibrocemento. A través de este tubo se evacuan las pluviales, las cuales se recogen y se conducen a un mismo punto donde la Autoridad pertinente decidirá donde quieren que se evacuen finalmente.

Para el dimensionamiento del pavimento, la intensidad media diaria de vehículos pesados será de aproximadamente 1260 vehículos. La categoría de tráfico correspondiente según la norma será T1.

Se va a disponer una capa de mezcla bituminosa discontinua de 3 cm, del tipo BBTM11B y en la cara inferior del riego de adherencia se dispondrá una capa de mezcla bituminosa de 5 cm del tipo AC22BINS.

Se decide disponer de una imposta prefabricada de hormigón armado con módulos de 2.5 metros de longitud y que cuenta con los respectivos elementos de anclaje que quedarán embebidos en el hormigón de la contraimposta.

Siguiendo las recomendaciones anteriormente descritas, para un nivel de contención H2, se escoge un pretil tipo PMC2/10f. Este cuenta con una anchura de trabajo W5 y un índice de severidad B.

El aparato de apoyo a emplear en la nueva estructura será el dispuesto en el proyecto original. Éste consiste en un apoyo elastomérico armado anclado de tipo 2 con unas dimensiones de 350x500mm y una altura de apoyo total de 150mm formado por 6 chapas. Se propone una junta de dilatación con elastómero reforzado diseñada para dar elasticidad, resistencia y durabilidad a la misma. Por ello, en el interior de la misma se encuentran unos refuerzos metálicos de acero que le confieren la rigidez y resistencia necesarias para transmitir las cargas del tráfico e impedir su deformación al absorber los movimientos.

A partir del máximo desplazamiento del puente, se propone emplear un modelo de junta JNA-160 del catálogo de Composan que cumple con las exigencias requeridas.

Dicha junta admite un movimiento de 160 mm y la apertura de instalación máxima será de 110 mm para garantizar su buen comportamiento.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras queda perfectamente definido en el Anejo N°6: Programa de Trabajos, en el cual se hace uso del diagrama de Gantt para describir la secuencia de



las distintas tareas previstas y la organización de las mismas, de forma que la obra se realice de forma coordinada.

Para la estimación del plazo total de ejecución de las obras se han considerado meses de 4 semanas con 5 días laborables por semana.

Se realiza un análisis de los tiempos de ejecución previstos para cada una de las diferentes actividades que se llevarán a cabo para la construcción del viaducto.

Las actividades previas a la construcción del tablero son comunes a las dos alternativas y se utiliza un método convencional en cimentaciones, pilas y estribos de hormigonado in situ.

Para la disposición del encofrado y posterior hormigonado del tablero, se colocará una cimbra que no incumba en el terreno inferior, evitando problemas de estabilidad de la cimbra a causa del flujo de agua existente. Ésta apoyará en sus extremos, en las pilas y estribos, para así poder realizar un hormigonado continuo a lo largo del mismo y de esta forma evitar juntas de hormigonado en el tablero.

Todas las tareas relacionadas con la ejecución del tablero consumen una duración de tiempo de aproximadamente 70 días.

Tras el desencofrado y descimbrado se procede a la construcción y colocación de los equipamientos, obteniendo una duración total de la obra de aproximadamente 6 meses.

10. ASPECTOS ECONÓMICOS

Capítulo 2 Estructuras			
Cod.	Ud.	Descripción	Valoración (€)
Capítulo 2.3 Tablero			
02.02.01.01	m ³	Hormigón para pretensar HP-40	87.626,08
02.02.02.01	m ²	Encofrado para paramentos vistos	48.338,03
02.03.03.01	m ³	Cimbra para tablero de puente	576.538,56
02.03.04.01	Kg	Acero en barras corrugadas B 500 SD	94.599,65
02.03.04.02	Kg	Acero especial Y 1860 S7 en cordones	93.880,80
SUBTOTAL			900.983,12

TABLERO	Resumen	Euros	%
---------	---------	-------	---

Hormigón para pretensar	87.626,08	9,73
Encofrado	48.338,03	5,37
Cimbra	576.538,56	63,99
Acero pasivo	94.599,65	10,50
Acero activo	93.880,80	10,42

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	900.983,12	
13% Gastos Generales	117.127,81	
6% Beneficio Industrial	54.058,99	
Suma GG y BI		1.072.169,92
21% IVA		225.155,68
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		1.297.325,60

El presupuesto de ejecución material del “Proyecto Básico para el tablero del viaducto sobre el arroyo del cerezo en Segovia” asciende a la cantidad de **NOVECIENTOS MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS Y DOCE CÉNTIMOS** 900.983,12€

El presupuesto base de licitación del “Proyecto Básico para el tablero del viaducto sobre el arroyo del cerezo en Segovia” asciende a la cantidad de **UN MILLÓN DOSCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS**..... 1.297.325,60 €

De las mediciones realizadas y por aplicación de los precios unitarios que figuran en el cuadro de precios nº1, se obtienen los presupuestos de los diferentes capítulos que integran la obra.

Incrementando el Presupuesto de Ejecución Material en un 13% en concepto de Gastos Generales y en un 6% en concepto de Beneficio Industrial del contratista, a cuya suma se le ha de añadir el 21% del Impuesto sobre el Valor Añadido, se obtiene un Presupuesto Base de Licitación de 1.297.325,60 €.

11. CONCLUSIONES

La estructura propuesta para construcción ha sido, finalmente, aquella compuesta por el tablero de hormigón pretensado, una elección infundida en las ventajas principales que ofrece el hormigón como material de construcción frente al acero:

Ventajas de las estructuras de hormigón:



- El hormigón adopta la forma del molde o encofrado que lo contiene, es un material formáceo.
- Continuidad y monolitismo, que elimina problemas de enlace. Gracias a este hiperestatismo le da una gran seguridad ante efectos dinámicos.
- Durabilidad y resistencia al fuego y a agentes atmosféricos.

Desventajas de las estructuras de hormigón:

- Fisuración.
- Mayores dimensiones en las piezas y mayores pesos, tanto en fresco como endurecido.
- Menor rapidez de ejecución, puesto que depende de los tiempos de fraguado y endurecido, y depende de la climatología.

Ventajas de las estructuras mixtas:

- Prefabricación, que permite acortar el plazo de ejecución y llevar a cabo un estricto control de calidad en taller, gran rapidez de montaje en obra, sobre todo con uniones atornilladas.
- Gran resistencia, que permite su uso para grandes luces.
- Adaptabilidad a cualquier solución estructural por medio de entramados rígidos o articulados.
- Menor dificultad en reparaciones.
- Facilidad de ensamblaje con elementos no estructurales.

Desventajas de las estructuras mixtas:

- Corrosión.
- Mal comportamiento frente al fuego.
- Mayor coste.

- Oferta limitada de perfiles.
- Falta de tradición, escasez de mano de obra cualificada.

Puesto que a los criterios que más peso se les ha dado es a los referentes a economía, estética, proceso constructivo y sociocultural, tomando como base el listado de características, tanto ventajosas como desventajosas, citado anteriormente, se le ha asignado la mayor parte del criterio decisivo a la variable coste, en segundo lugar al proceso constructivo, en tercer lugar a la estética y en último lugar al contexto sociocultural de la estructura en el medio.

Sabiendo que el coste de la estructura de acero es dos veces más que el coste de la estructura de hormigón, éste se convierte en uno de los mayores condicionantes para la elección del tipo de tablero en oposición con el tiempo, otro gran condicionante. Finalmente, se llega a la conclusión de que, por un lado, si el condicionante principal a la hora de la elección de la alternativa es el coste, la opción más viable es un tablero en cajón de hormigón pretensado. Por otro lado, si la rapidez es aquello que se considera más importante a la hora de la elección, la solución de tablero en cajón con estructura mixta será la mejor opción.

