



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

# Estudio comparativo de soluciones estructurales para pasarela peatonal sobre el barranco del Carraixet en Bétera (Valencia)

## Solución en acero

Trabajo final de grado  
Valencia, junio de 2016



Autor: Fernández Moreno, Francisco  
Titulación: Grado en Ingeniería de Obras  
Públicas Curso: 2015-2016  
Tutor: Bonet Zapater, Federico Jesús  
Cotutor: Moyá Soriano, Juan Francisco



## INDICE GENERAL DEL TFG

### DOCUMENTO NÚMERO 1: MEMORIA

ANEJO NÚMERO 1: ESTUDIO DE SOLUCIONES.....	CONJUNTO
ANEJO NÚMERO 2: CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL (I).....	FERNÁNDEZ MORENO, FRAN
ANEJO NÚMERO 3: CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL (II).....	HERNÁNDEZ MASET, MANUEL
ANEJO NÚMERO 4: ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	CONJUNTO
ANEJO NÚMERO 5: DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PILAS Y CIMENTACIÓN (I).....	FERNÁNDEZ MORENO, FRAN
ANEJO NÚMERO 6: DISEÑO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL DE PILAS Y CIMENTACIÓN (II).....	HERNÁNDEZ MASET, MANUEL
ANEJO NÚMERO 7: PROCESO CONSTRUCTIVO.....	CONJUNTO
ANEJO NÚMERO 8: PLAN DE OBRA (I).....	FERNÁNDEZ MORENO, FRAN
ANEJO NÚMERO 9: PLAN DE OBRA (II).....	HERNÁNDEZ MASET, MANUEL
ANEJO NÚMERO 10: VALORACIÓN ECONÓMICA (I).....	FERNÁNDEZ MORENO, FRAN
ANEJO NÚMERO 11: VALORACIÓN ECONÓMICA (II).....	HERNÁNDEZ MASET, MANUEL
ANEJO NÚMERO 12: INFOGRAFÍA.....	CONJUNTO

### DOCUMENTO NÚMERO 2: PLANOS

PLANO NÚMERO 1: SITUACIÓN.....	CONJUNTO
PLANOS NÚMERO 2: SOLUCIÓN ACERO.....	FERNÁNDEZ MORENO, FRAN
PLANOS NÚMERO 3: SOLUCIÓN HORMIGÓN.....	HERNÁNDEZ MASET, MANUEL

Los anejos que muestren (I) pertenecen a la solución de acero, realizada por Fran Fernández..

Los anejos que muestren (II) pertenecen a la solución de hormigón, realizada por Manuel Hernández.

# DOCUMENTO N° 1: MEMORIA

---



INDICE DE LA MEMORIA.

1. OBJETO Y ORGANIZACION DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO.....	2	12. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL TFG.....	14-15
1.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO.....	2	13. CONCLUSION.....	15
1.2 OBJETIVO.....	2		
1.3 ALCANCE.....	2		
1.4 PLAN DE TRABAJO.....	2		
2. OBJETO DEL PROYECTO BASICO.....	3		
3. FACTORES A CONSIDERAR.....	3-6		
3.1 ANTECEDENTES Y CONTEXTO DE LA OBRA.....	3		
3.2 SITUACION ACTUAL.....	3		
3.3 LIMITACIONES.....	4-5		
3.4 SITUACIONES PROVISIONALES.....	5		
3.5 GEOMETRIA DE LA PASARELA.....	5-6		
3.5.1 GEOMETRIA SOLUCION ACERO.....	5		
3.5.2 GEOMETRIA SOLUCION HORMIGON.....	6		
4. NORMATIVA APLICADA.....	6		
5. TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA.....	7		
5.1 FUENTE DE INFORMACION Y METODO DE TRABAJO.....	7		
5.2 INTERPRETACION Y OBTENCION DE DATOS.....	7		
6. ESTUDIO DE SOLUCIONES.....	8-9		
6.1 SOLUCIONES ADOPTADAS.....	8		
6.1.1 ARCO ESTRUCTURAL EN CELOSIA.....	8		
6.1.2 SOLUCION ATIRANTADA.....	8		
6.1.3 PASARELA CON T INVERTIDA EN CELOSIA.....	8		
6.1.4 SOLUCION EN CAJON PREFABRICADA.....	8		
6.1.5 BARANDILLA CON FUNCION ESTRUCTURAL.....	8		
6.1.6 SOLUCION MIXTA.....	8		
6.2 JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA.....	9		
7. GEOTECNICA Y CIMENTACION.....	9		
8. CALCULO ESTRUCTURAL.....	10		
9. PLAN DE OBRA Y PROCESO CONSTRUCTIVO.....	10		
10. VALORACION ECONOMICA.....	11		
11. ESTUDIO COMPARATIVO.....	11-14		



## 1. OBJETO Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

El presente Trabajo Fin de Grado ha sido desarrollado por Francisco Fernández Moreno conjuntamente con el alumno Manuel Hernández Maset, estudiantes del grado en ingeniería de obras públicas en la Universidad Politécnica de Valencia y tutorizados por el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, profesor titular de la Universidad Politécnica de Valencia, D. Federico Jesús Bonet Zapater y co-tutorizados por el ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, profesor titular de la Universidad Politécnica de Valencia, D. Juan Francisco Moyá Soriano.

### 1.1 Descripción del trabajo de fin de grado

El Trabajo de Fin de Grado que se propone consiste en la elaboración a nivel de proyecto básico, dos soluciones estructurales para una pasarela peatonal y de bicicletas en barranco del Carraixet, Bétera. En consecuencia, cada estudiante desarrolla una solución estructural diferente al mismo problema, para posteriormente realizar un estudio comparativo de ambas.

Los aspectos a desarrollar en la realización de ambas soluciones estructurales son:

- Encaje geométrico y funcional de la solución.
- Diseño general de la estructura
- Diseño, cálculo geotécnico y estructural de la cimentación
- Diseño y cálculo estructural de la pasarela
- Proceso constructivo y plan de obra
- Comparación de soluciones
- Presupuesto
- Conclusión

### 1.2 Objetivo

El objetivo del TFG es que los alumnos sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en las asignaturas cursadas a lo largo del Grado, de forma guiada por medio de tutor y co-tutor, así como una búsqueda de información y selección de la misma de forma crítica.

### 1.3 Alcance

Al tratarse de un TFG y no de un proyecto, y además este, ser un estudio comparativo; la estructura del TFG no se rige por la ley de contratos del sector público, por lo que se realizarán dos documentos, uno para la memoria y otro para los planos.

Por este motivo no se realizarán ni un presupuesto, ni el pliego de condiciones.

Además dentro de TFG, existen limitaciones en cada uno de los anejos.

En los anejos de cálculo estructural:

Se realizará un cálculo lineal de la estructura para su dimensionamiento, sin tener en cuenta cálculos modales.

En los anejos de cimentaciones:

Se realizará un cálculo simplificado de las zapatas de las pilas, y las propias pilas. Pero no se realizará el cálculo de los estribos, pues no son objeto de comparación entre ambas soluciones.

En los anejos de valoración económica:

Al no tratarse de un presupuesto, no se realizarán los cuadros de precios, si no que se realizarán las mediciones del proyecto y el precio de cada una de las mediciones para obtener el precio total del proyecto.

### 1.4 Plan de trabajo

Se distinguen dos etapas fundamentales en el periodo de desarrollo del TFG:

- La primera etapa abarca desde Octubre de 2015 hasta febrero de 2016. En este periodo nos centramos en recoger información sobre el puente existente en la ubicación donde se plantea la construcción de la pasarela, a través de la Diputación de València; se recopilaron datos de cartografía de la zona por medio del Institut Cartografic València, y condicionados por las circunstancias de contorno, se plantearon posibles soluciones estructurales frente a la necesidad, eligiendo dos de ellas. De forma relativamente periódica nos reuníamos con el tutor y posteriormente se desarrollaba la búsqueda de información.
- La segunda etapa abarca desde Enero de 2016 hasta Junio de 2016, una vez elegida las dos soluciones a desarrollar, el objetivo fue diseñar y definir ambas soluciones para posteriormente realizar el estudio comparativo de estas. En este periodo para complementar el TFG, decidimos realizar un curso de AutoCAD de 50 horas certificado por Autodesk y desarrollado por el Centro de Formación Permanente de la Universidad Politécnica de Valencia.



## 2. OBJETO DEL PROYECTO BASICO

El presente proyecto tiene por finalidad la definición del paso superior que permitirá la conexión sur y norte del barranco del Carraixet con la localidad de Bétera. El nuevo paso estará constituido por una pasarela paralela al actual puente, que permitirá el paso de peatones y ciclistas sin ningún riesgo de atropello; además de un nuevo carril, en el puente, para los vehículos en cada una de las direcciones permitiendo así una descongestión del tráfico actual.



Figura I IMAGEN POR SATÉLITE DE LA LOCALIDAD DE BETERA

La nueva pasarela pretende conectar el carril bici de la CV-310 con la localidad disminuyendo así el actual riesgo de los ciclistas y propiciando la ocupación de los carriles bicis del puente por unos nuevos carriles para vehículos que pretende reducir los intensos colapsos de los fines de semanas; aumentando así la calidad de vida de los habitantes y los viajeros.

Dicha pasarela también dará solución a aquellos transeúntes que deseen atravesar el barranco de una forma segura.



Figura II EMPLAZAMIENTO DE LA PASARELA

## 3. FACTORES A CONSIDERAR

### 3.1 Antecedentes y contexto de las obras

Bétera está situada en la vertiente sur de la Sierra Calderona, a 15 kilómetros de Valencia y a 23 kilómetros del mar Mediterráneo, en la zona limítrofe con la huerta valenciana. Tiene una superficie con ligeras ondulaciones, alcanzando los 156 msnm en su punto más alto, destacando el barranco del Carraixet que lo atraviesa de noroeste a sureste. Es aquí mismo donde planteamos el proyecto, una zona de conexión entre la localidad de Bétera y los municipios de la Sierra Calderona como Serra, Náquera o Gátova.

### 3.2 Situación actual

En la actualidad la conexión entre los municipios de la Sierra Calderona y Bétera se efectúa mediante un puente de 156 Metros, que la diputación reformó en los años 90, y por el cual discurre la CV-310.



Figura III PUENTE DE LA CV-310 SOBRE EL BARRANCO DEL CARRAIXET



Existe también un camino rural que atraviesa el propio barranco, conectando el pueblo con la CV-310 por debajo del actual puente, dicho camino se encuentra sin asfaltar y es frecuentado por ciclistas y andantes; pero el cual se inunda con cualquier precipitación moderada, y hace que resulte imposible su uso.



Figura IV IMAGEN DEL CAMINO RURAL

### 3.3 Limitaciones

Ante la magnitud del proyecto nos encontramos con una serie de limitaciones, como es la imposición del emplazamiento de la pasarela y el escaso espacio entre el estribo norte del puente y el terreno privado para emplazar el estribo de nuestra pasarela.

El emplazamiento de la pasarela queda definido aguas abajo del puente por motivos hidrológicos y geológicos. La erosión que generaría las pilas de la pasarela podría ser de gran magnitud, con lo que las situamos aguas abajo del puente y a una distancia relativamente pequeña para que no se vea afectado el curso hidrológico del barranco. Que la distancia de separación entre pilas no sea muy grande es explicado con la siguiente ilustración, que muestra el crecimiento de la erosión en pilas cercanas.

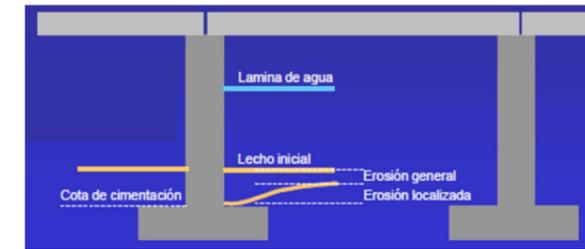


Figura V IMAGEN DEL CRECIMIENTO DE LA EROSION EN PILAS CERCANAS OBTENIDA DEL TEMARIO DE GEOLOGIA

La separación entre la pila extremo del puente y la de la pasarela será de 4 metros, que es aproximadamente la misma distancia que hay entre las 3 pilas del puente. Todo ello para que no influya en el ciclo hidrológico

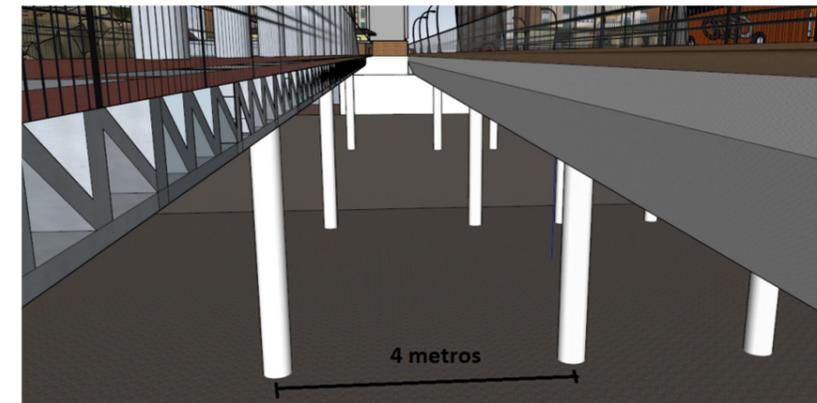


Figura VI SEPARACION ENTRE PILAS

La siguiente limitación es la colocación del estribo norte de la pasarela, puesto que existe un reducido espacio físico entre el estribo del puente y el terreno privado, lo que hará complicado la colocación del estribo de la pasarela.



Figura VII IMAGEN DEL ESPACIO PARA COLOCACION ESTRIBO NORTE

La solución será desplazar el estribo de la pasarela junto con el terreno privado, respetando así la estructura del estribo del puente y el camino existente.

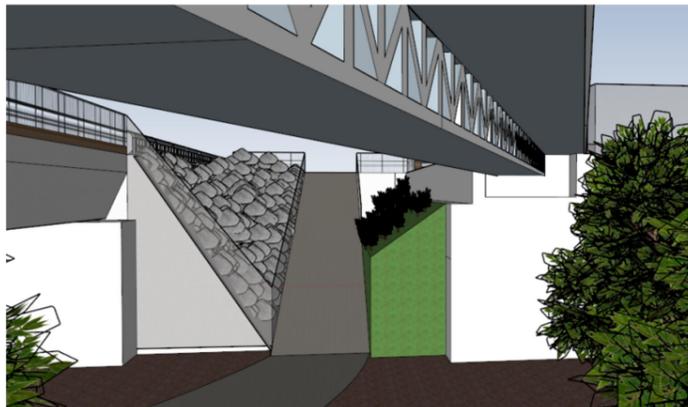


Figura VIII EMPLAZAMIENTO DE L ESTRIBO NORTE

La solución adoptada hace que un tramo de la pasarela tenga distinta dirección, este tramo consta de 33.5 metros que apoyan sobre la primera pila y el estribo.



Figura IX TRAMO CON DISTINTA DIRECCION

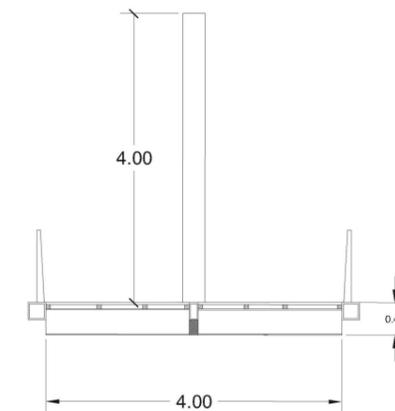
### 3.4 Situaciones provisionales

Para la realización de las obras es preciso cortar el tráfico rodado del camino rural. Además la construcción se realizará en el propio barranco, por lo que pediremos las solicitudes y permisos que correspondan para la ocupación del suelo.

### 3.5 Geometría de la pasarela

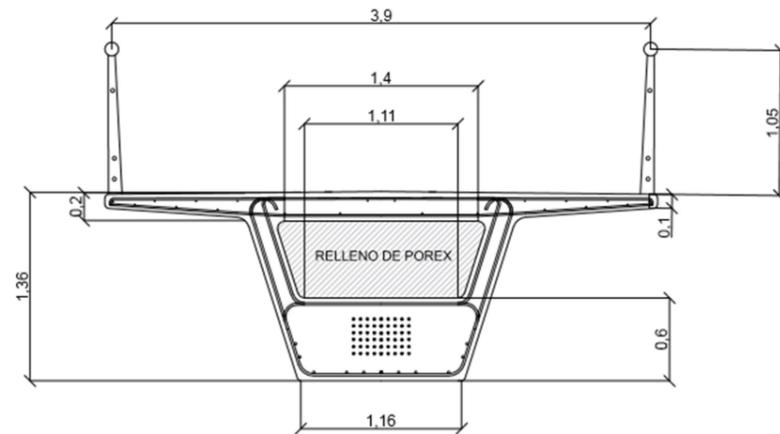
Como se explicará más adelante, se desarrollaran dos soluciones, la geometría de las mismas son las siguientes.

#### 3.5.1 Geometría solución acero





### 3.5.2 Geometría solución hormigón



- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Para las estructuras de hormigón armado en general armado en general.
- Guía de Cimentaciones en Obras de Carretera, del Ministerio de Fomento (2003).
- Guía para el proyecto y la ejecución de micro pilotes en obras de carretera Ministerio de Fomento (2005).

## 4. NORMATIVA APLICADA

La normativa aplicable al cálculo de la pasarela que se ha desarrollado durante los cursos del Grado, y que por tanto se aplicará para ambas soluciones estructurales, es la siguiente:

### Acciones:

- Norma IAP-11, Instrucción sobre las acciones a considerar en el Proyecto de Puentes de Carretera. En ella se contempla las acciones para pasarelas peatonales, ciclistas, etc.
- Norma de Construcción Sismorresistente: Puentes (NCSP-07). Para las acciones sísmicas.

### Pasarelas metálicas:

- Instrucción de Acero Estructural EAE-11. Para las pasarelas metálicas de acero laminado.
- Código técnico de la edificación. CTE. Documento Básico SE-A Seguridad Estructural. Acero.

### Pasarelas de hormigón:

- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08. Para las estructuras de hormigón armado en general.

### Cimentaciones (al no existir normativa específica):

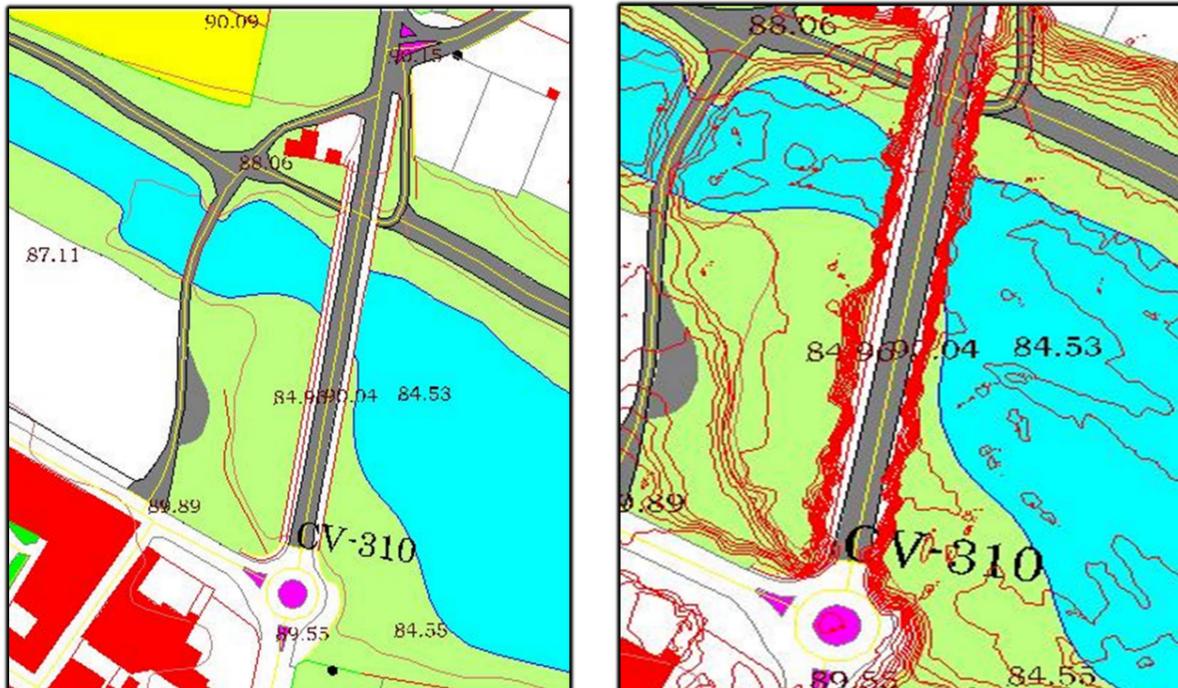


## 5. TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA

En el presente apartado se recopila toda la información topográfica y cartográfica necesaria para la definición y posterior desarrollo de ambas soluciones estructurales, así como los condicionantes que influyen en la geometría de las mismas.

### 5.1 Fuente de información y método de trabajo

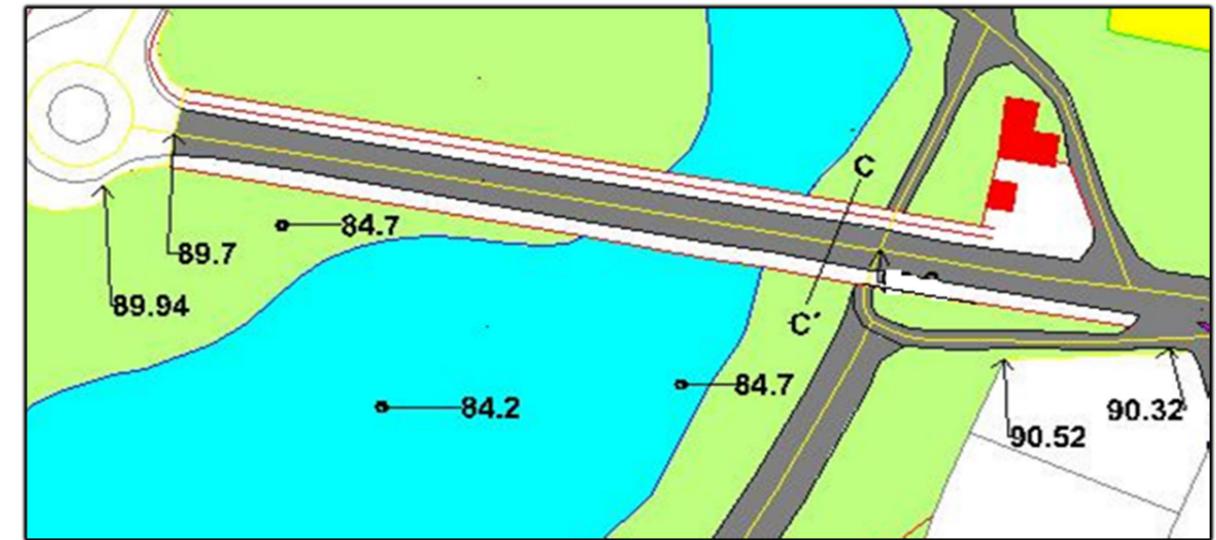
Los datos se han obtenido del Instituto Valencia Cartográfico promovido por la Generalitat Valenciana en su proyecto "terr@sit". A través de este organismo hemos obtenido los planos de "Cartografía vectorial oficial a escala 1:5.000 de la Comunitat Valenciana" que se genera y distribuye en formato SHAPE con precisión planimétrica de 1 metro y precisión altimétrica 1.25 metros con sistema de coordenadas UTM uso 30N - ETRS89, que posteriormente hemos convertido a archivo .dwg 3D. Finalmente para hacer una conversión bidimensional hemos representado el relieve mediante las curvas de nivel y otros elementos orográficos como puntos de cota de las diferentes cartografías vectoriales disponibles, tal y como se muestra en las siguientes figuras:



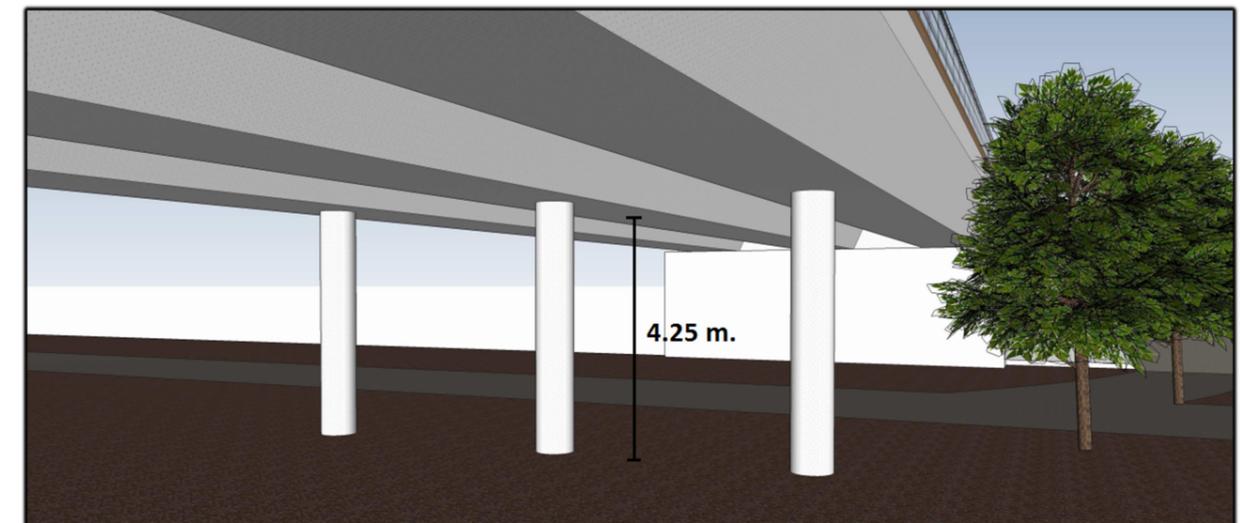
### 5.2 Interpretación y obtención de datos

Analizando los planos detallamos a continuación la información relevante a efectos a este TFG:

Cotas puente existente y elementos circundantes:



Gálibos entre barranco y puente existente en sección C-C':





## 6. ESTUDIO DE LAS SOLUCIONES

Se plantea la ejecución de una pasarela de 5 tramos de 30.35 metros de luz y una esviada de 33.5 metros de luz, apoyada sobre dos estribos y 4 pilas de hormigón. La pasarela tiene 4 metros de ancho para permitir el paso simultáneo de ciclistas y peatones.

Para la construcción de esta pasarela se han planteado 6 soluciones distintas:

### 6.1 Soluciones adoptadas

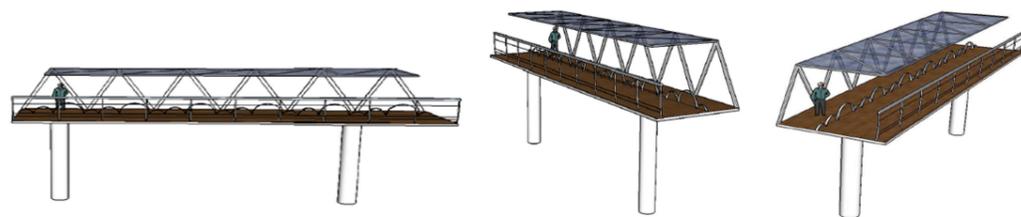
#### 6.1.1 Arco estructural en celosía



#### 6.1.2 Solución atirantada



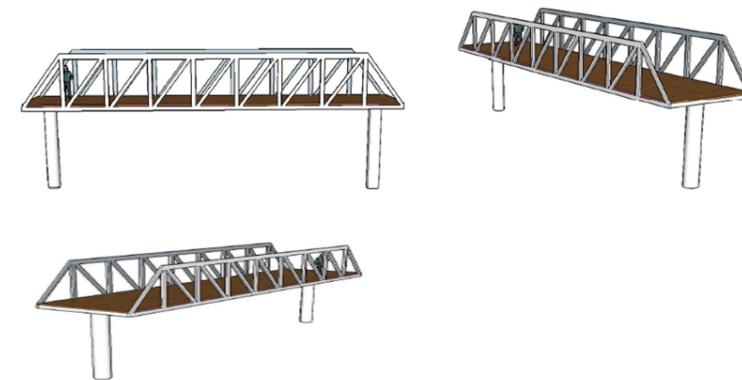
#### 6.1.3 Pasarela con T invertida celosía



#### 6.1.4 Viga en cajón prefabricada



#### 6.1.5 Barandillas con función estructural



#### 6.1.6 Solución mixta





## 6.2 Justificación de la solución adoptada

	Coefficiente de peso	Arco estructural	Atirantada	Celosisia en T	Cajón prefabricado	Barandilla estructural	Solución mixta
Economía	1	3	1	4	5	4	3
Estética y originalidad	1.15	5	5	4	3	2	2
Facilidad de construcción	1.15	3	2	3	5	3	2
Plazos de ejecución	1	3	3	3	5	3	3
Impacto visual	1	3	1	3	5	4	4
Conservación y mantenimiento	1	4	5	4	3	4	3
<b>Total</b>		<b>22,2</b>	<b>18,05</b>	<b>22,05</b>	<b>27,2</b>	<b>20,75</b>	<b>17,6</b>

## 7. GEOTECNIA PILAS Y CIMENTACION

El terreno a la cota de cimentación está formado por gravas y cantos calcáreos de naturaleza calcárea con una tensión admisible de 250 Kpa y se recomienda en el mismo el uso de zapatas cuadradas a la cota -2.5 m. por debajo del terreno, tal y como figura en el Anejo 4.

La sección de las pilas será circular, y únicamente se dispondrá de una pila en cada apoyo con diámetro de 0.50 m para la pasarela de acero y 0.70m para la pasarela de hormigón pretensado.

El diseño de la cabeza de la pila se resuelve con una terminación en “cabeza de martillo” con la finalidad de servir de apoyo estable al tablero de la pasarela, capaz de resistir los esfuerzos transmitidos por el mismo, y su geometría se justifica por los elevados esfuerzos de torsión en la conexión tablero-pila.

Se plantea como cimentación zapatas cuadradas con un ancho de 2,3 m. para la pasarela de acero y 3,0m para la pasarela de hormigón pretensado y un canto de 0.75 para ambas. La cota de cimentación será a la 82.7, quedando a 2.5 m. por debajo de la superficie del Barranco. Sobre la zapata se realizará un relleno con escollera hasta la cota del terreno, prolongándose este relleno lateralmente hasta alcanzar la cimentación de puente adyacente a la pasarela, evitando así la socavación de las mismas en periodos de riadas.

El cálculo estructural se ha realizado con el programa CypeCAD y figura en los Anejos 5 y 6



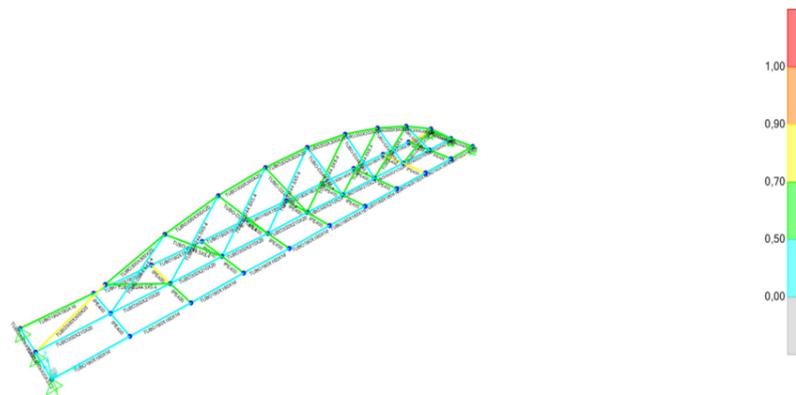
## 8. CALCULO ESTRUCTURAL

Los cálculos, justificaciones, dimensionamientos y comprobaciones se incluyen en los anejos 2 y 3. Para el cálculo estructural se emplean dos programas, cada uno para una de las diferentes soluciones.

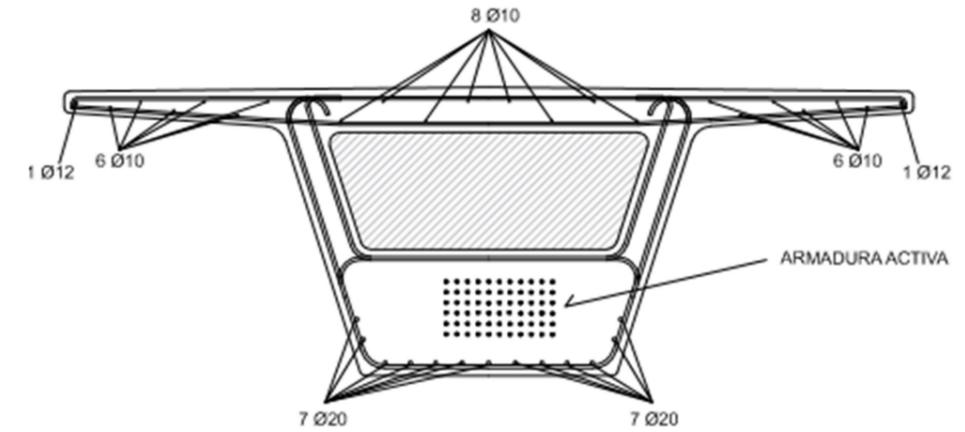
Para la solución de acero se emplea el programa SAP2000, y el material con el que se realiza el dimensionamiento de la estructura es acero S275 JR.

Se opta por perfiles rectangulares/cuadrados huecos para todas las secciones, excepto para las diagonales del arco que se utilizan perfiles tubulares huecos y para las costillas, que se utilizan perfiles comerciales IPE.

La comprobación resulta



Para solución de hormigón se emplea el programa CALCFLEX del departamento de Hormigón de la E.T.S.C.C.P de la U.P.V para el cálculo de la fuerza de pretensado. Posteriormente se dimensiona la armadura activa basándose en el catálogo de *Freyssinet*. Por último se dimensiona la armadura pasiva longitudinal y de cortante según lo establecido en la EHE -08.



## 9. PLAN DE OBRA

Los rendimientos y plazos de construcción de ambas soluciones se justifican en los anejos 8 y 9 resultando este su resumen:

Para la solución de acero se tiene previsto emplear 30 días laborables para su construcción.

Para la solución de hormigón se tiene previsto emplear 31 días laborables para su construcción.



## 10. VALORACION ECONOMICA

Los precios y mediciones de ambas soluciones se justifican en los anejos 10 y 11 resultando este su resumen:

Para la solución de acero:

Capítulo	Resumen	Precio
A	Movimientos de tierras y cimentación	24.958,64
B	Estructura metálica	222.319,85
C	Equipamientos	88.305,08
<b>PASARELA ACERO</b>		<b>335.583,57</b>

Para la solución de hormigón:

Código	Resumen	Precio
A	Movimiento tierras y cimentación	29.909,02
B	Estructura Hormigón	154.275,00
C	Equipamientos	42.131,11
<b>PASARELA HORMIGON</b>		<b>226.315,13</b>

## 11. ESTUDIO COMPARATIVO

Una vez realizado el diseño y cálculo estructural del tablero para las 2 soluciones escogidas (pasarela de hormigón pretensado y pasarela de acero), así como la cimentación y pilas de las mismas, sus correspondientes valoraciones económicas y el proceso constructivo de las mismas se procede a comparar las características y aspectos más relevantes que diferencian a las mismas.

### 11.1 Comportamiento estructural y geometría.

El diseño y geometría de la pasarela de acero se basa fundamentalmente en ley de momento flector de una viga biapoyada. Este comportamiento estructural simple obliga a disponer en el centro de luz de las mismas la máxima sección, disminuyendo progresivamente la sección hacia los extremos de la misma. Para ello se ha recurrido a una solución con arco.

El comportamiento de las vigas de la pasarela con hormigón pretensado es parecido a la de acero (vigas isostáticas) pero en este caso se resuelve, con una viga de sección constante a lo largo de la luz de la misma, y se aporta una fuerza de pretensado máxima en centro luz, enfundando los cables no necesarios a medida que nos aproximamos a los extremos de las vigas, donde los esfuerzos de las vigas no requieren un pretensado tan potente.

### 11.1 Estética



Pasarela de Acero



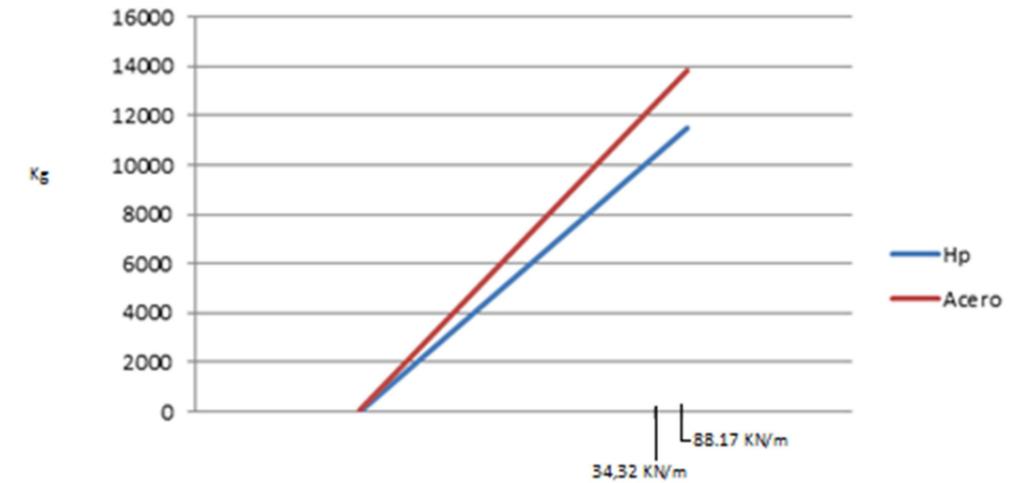
Pasarela de hormigón pretensado

Como podemos observar la pasarela de acero proporciona una estética menos monótona que la pasarela de hormigón pretensado y esto se debe a los arcos que forman parte de la misma. Por otro lado la pasarela de hormigón pretensado produce menor impacto visual y encaja perfectamente con el puente adyacente ya que este también es de hormigón.

### 11.3 Cuantías de materiales empleados

Para materializar 1 vano de 33.50 m de la pasarela de acero son necesarios 11500 kg de acero estructural para resistir una carga de 34.32KN/m, en cambio para la pasarela con hormigón pretensado son necesarios 124193 kg de hormigón para resistir una carga de 88.17 KN/m.

Si hablamos en términos generales podemos asumir q el acero es 9 veces más resistente que el hormigón de manera que si aplicamos este factor de homogenización obtenemos la siguiente gráfica:



Como podemos observar la pendiente de las rectas es parecida para ambas soluciones estructurales lo que indica que los rendimientos de material empleado/carga resistida son similares.

La pasarela de acero transmite una fuerza vertical a la pila de 1150 K y la acción del viento cuando este incide lateralmente sobre el tablero provoca una reacción de 14 KN, lo que da lugar a disponer de pilas de 0.5 m. de diámetro con una cuantía de 116.48 kg /m<sup>3</sup> de armadura pasiva aumentando el ancho de la misma progresivamente hasta alcanzar 4 m. en la cabeza de la misma, para así servir de base de apoyo suficiente para dar estabilidad al tablero.

La pasarela de hormigón transmite una fuerza vertical a la pila de 2188 KN y la acción del viento cuando este incide lateralmente sobre el tablero provoca una reacción de 112 KN, lo que da lugar a disponer de pilas de 0.7 m. de diámetro con una cuantía de 273.62 kg /m de armadura pasiva aumentando el ancho de la misma progresivamente hasta alcanzar 1.2 m. en la cabeza de la misma, para así servir de base de apoyo suficiente para dar estabilidad al tablero.

En cuanto a las pilas de la pasarela de acero y la de hormigón pretensado requieren de cimentaciones de dimensiones 2,30\*2,30\*0,75 con kg de armadura y 3,00\*3,00\*0,75 con 98.46 y 165.79 kg de armadura pasiva respectivamente.

Como podemos observar la pasarela de hormigón pretensado transmite mayores esfuerzos a las pilas y cimentación lo que provoca que las dimensiones de las mismas sean mayores que las de la pasarela de acero.



#### 11.4 Proceso constructivo y plazos de ejecución

Para la construcción de la pasarela de acero son necesarios 30 días laborables en cambio para la construcción de la pasarela de hormigón pretensado se necesitan 31 días. Esta pequeña diferencia de un día es debido a que la solución de acero requiere pilas y cimentaciones de menores dimensiones, lo que repercute también en la excavación de las mismas, tal y como se puede observar a continuación en los diagramas de Gantt:

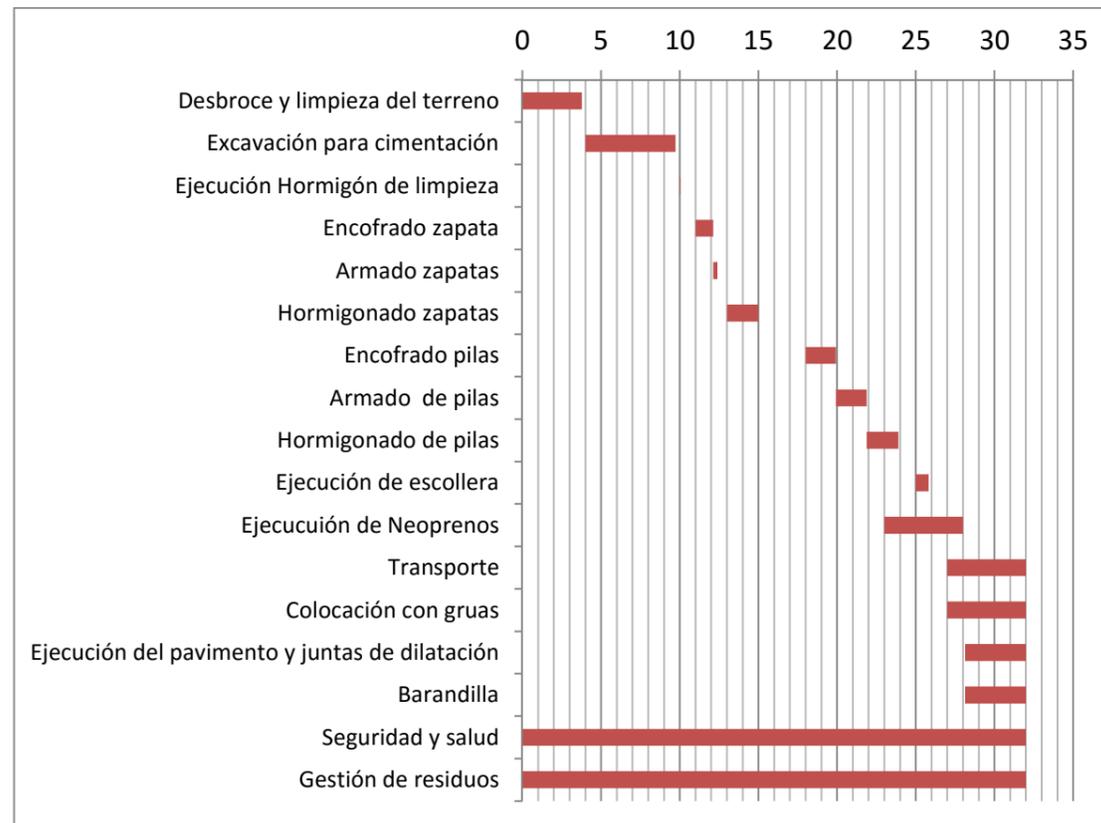


Diagrama de Gantt Pasarela Hormigón Pretensado

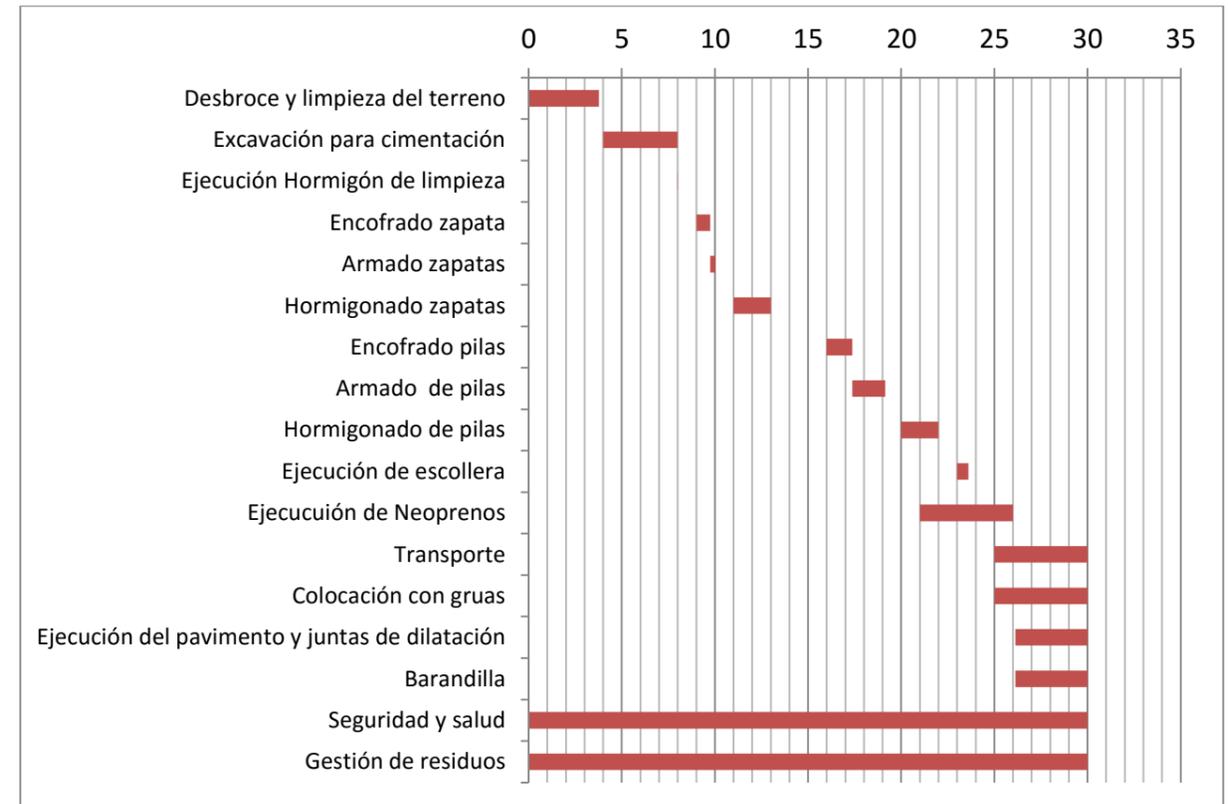


Diagrama de Gantt Pasarela Acero

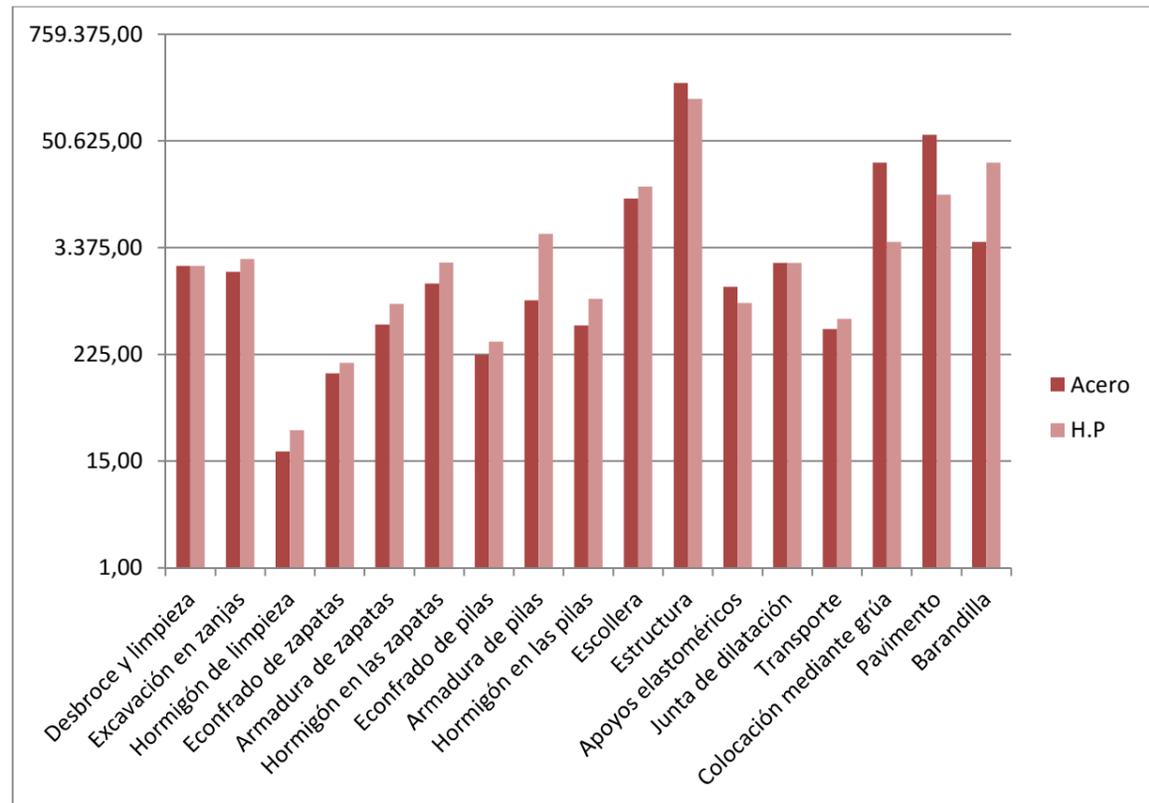
Es imprescindible tener en cuenta que aunque los rendimientos de actividades de obra sean altos y las actividades de obra requieran menos horas de trabajo en caso de la solución de acero, hemos supuesto que una actividad de obra diferente no empieza el mismo día que acaba la anterior, de forma que este margen hace que solo haya 1 día de diferencia .

En cuanto al proceso constructivo (Anejo nº 7 ), ambas soluciones siguen el mismo orden de actividades. La ventaja fundamental que proporciona la pasarela de acero es la posibilidad de ser transportada en partes para posteriormente realizar la unión del despiece de la misma a pie de obra, no siendo posible en la solución de hormigón pretensado prefabricado, lo cual es clave en obras donde el emplazamiento no permite el acceso de vigas de grandes dimensiones.



### 11.5 Valoración económica

Según las valoraciones económicas de los anejos, xx, la pasarela de acero tendría un coste de 335.452,72 € y la pasarela de hormigón pretensado tendría un coste de 226.315,13€.



Exceptuando el coste de la estructura, podemos observar las diferentes unidades de obra tienen un coste bastante parecido siendo la pasarela de acero un poco más barata en cuanto a las pilas y cimentación (10.651,48 €) debido a sus menores dimensiones.

Lo que encarece notablemente el presupuesto final de la pasarela de acero respecto la pasarela de hormigón es la estructura (acero estructural) y el pavimento en 119.499,77 € por encima del coste de la pasarela de hormigón pretensado.

### 12. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL TFG

#### Documento número 1: Memoria y anejos

- Anejo 1. Estudio de soluciones
- Anejo 2. Cálculo y diseño estructural (I)
- Anejo 3. Cálculo y diseño estructural (II)
- Anejo 4. Estudio geotécnico
- Anejo 5. Diseño y cálculo estructural de pilas y cimentación (I)
- Anejo 6. Diseño y cálculo estructural de pilas y cimentación (II)
- Anejo 7. Proceso constructivo
- Anejo 8. Plan de obra (I)
- Anejo 9. Plan de obra (II)
- Anejo 10. Valoración económica (I)
- Anejo 11. Valoración económica (II)
- Anejo 12. Infografía

#### Documento número 2: Planos

- Plano 1. Plano de situación
- Plano 2. Planos solución acero
  - Plano 2.1. Planta y alzado
  - Plano 2.2. Cimentación
  - Plano 2.3. Nomenclatura de la estructura
  - Plano 2.4. Secciones tramo no esviado
  - Plano 2.5. Unión de tramos no esviados



- Plano 2.6. Detalles de elementos estructurales de tramo no esviado
- Plano 2.7. Secciones tramo esviado
- Plano 2.8. Detalle pila esviada
- Plano 2.9. Detalles unión pila esviada
- Plano 2.10. Detalles de elementos estructurales de tramo esviado
- Plano 2.11. Tablero de madera
- Plano 2.12. Despiece y armado de la pila
- Plano 2.13. Despiece y armado de la zapata
  
- Plano 3. Planos solución hormigón
  - Plano 3.1. Planta y alzado
  - Plano 3.2. Armadura activa de vigas y secciones
  - Plano 3.3. Sección alzada de pasarela con viga
  - Plano 3.4. Despiece armadura pasiva
  - Plano 3.5. Detalle pila unión tramo esviado
  - Plano 3.6. Despiece y armado de la pila
  - Plano 3.7. Despiece y armado de la zapata

### 13. CONCLUSION

Con lo expuesto en la Memoria y en sus Anejos, así como en el resto de los Documentos del proyecto, se considera suficientemente definido el mismo, por lo que se somete a la aprobación del Tribunal.

Valencia, Junio 2016

Los autores:

Fernández Moreno. Francisco

Hernández Maset, Manuel