



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos

Diseño estructural del tablero de una pasarela sobre el  
barranco de Picassent en La Font de l'Omet, T.M.  
Picassent (València).

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Zhang Bai, Xin Ru

Tutor/a: Navarro Gregori, Juan

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022

## DOCUMENTO Nº1 MEMORIA

### ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	LOCALIZACIÓN.....	2
3.	ESTUDIOS PREVIOS. ....	3
3.1.	ASPECTOS GEOTÉCNICOS.....	3
3.1.1.	Caracterización geotécnica del terreno. ....	3
3.1.2.	Profundidad del nivel freático.....	4
3.1.3.	Cimentación y recomendaciones. ....	4
3.2.	ASPECTOS HIDRÁULICOS.....	4
4.	ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES .....	4
4.1.	ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL. ....	4
4.2.	CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	5
4.2.1.	Proximidad a la línea ferroviaria. ....	5
4.2.2.	Condicionantes dimensionales. ....	5
4.2.3.	Condicionantes hidráulicoS.....	5
5.	ESTUDIO DE SOLUCIONES .....	5
5.1.	ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.....	5
5.2.	JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	6
6.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA. ....	6
7.	VALORACIÓN ECONÓMICA. ....	7
8.	CONCLUSIÓN.....	7
9.	REFERENCIAS.....	7

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente proyecto es el de llevar a cabo el diseño estructural del tablero de una pasarela ciclo peatonal sobre el barranco de Picassent, en el entorno de la Font de L'Omet.

Se pretenden definir los cálculos necesarios para el diseño de la pasarela, de manera que se permita el paso de ciclistas y peatones sobre el barranco de Picassent en condiciones aptas de seguridad y confort, ya que actualmente los peatones que desean cruzar el barranco de Picassent en el barrio de L'Omet deben bajar hasta el cauce y atravesarlo mediante un vado hormigonado al que se accede por ambas márgenes mediante escaleras de gran pendiente. Este itinerario presenta diversos problemas que impiden que el paso sea inseguro e inaccesible para aquellas personas con movilidad reducida.

La obra que se proyecta consiste en solventar dichos problemas mediante una pasarela, asegurando, de esta manera, la seguridad y confort de los usuarios.

## 2. LOCALIZACIÓN

La localización del presente proyecto se encuentra en el término municipal de Picassent, en la provincia de Valencia, concretamente en el entorno de la Font de L'Omet. La actuación se localiza sobre el Barranco de Picassent, a su paso por el barrio de L'Omet.



Ilustración 1. Localización (Fuente: Google Earth, edición propia)



Ilustración 2. Emplazamiento (Fuente: Google Earth, edición propia).

### 3. ESTUDIOS PREVIOS.

A pesar de no ser objeto de este TFG los estudios geotécnicos o el estudio hidráulico de avenidas, a continuación, se presentarán los aspectos considerados como más relevantes de los estudios previos realizados para las pilas y estribos de esta estructura. Dichos estudios han sido suministrados por la empresa encargada de realizar el estudio geotécnico y el estudio de avenidas.

#### 3.1. ASPECTOS GEOTÉCNICOS.

La zona de estudio se encuentra ubicada en los alrededores del barranco de Picassent, en la zona de Omet, concretamente en las inmediaciones de la estación de metro de Omet. La zona objeto de las prospecciones realizadas tiene una pendiente sensiblemente nula y sin desniveles significativos, aunque los taludes propios del barranco cuentan con una pendiente superior al 15%.



Ilustración 3. Ubicación de la zona de estudio.



Ilustración 4. Fotografía de la zona de estudio. (Fuente: Intercontrol Levante)

#### 3.1.1. Caracterización geotécnica del terreno.

Tras realizar los trabajos y ensayos pertinentes, se tiene la siguiente caracterización geotécnica del terreno:

- Nivel I, relleno. Este nivel se encuentra representado en una cata realizada en las cercanías de la estación de metro de Omet. El material observado corresponde inicialmente a una tierra vegetal con escombros y luego a un limo arenoso con escombros, cristales, ladrillos y otros restos cerámicos.
- Nivel II, gravas arenosas. Se trata de un nivel formado por gravas redondeadas y de baja compacidad.
- Nivel III, arcillas arenosas. Este nivel se ve representado por unas arcillas arenosas intercaladas con arenas finas limosas limpias con plasticidad. A niveles más profundos se encuentran unas arcillas de mayor consistencia (denominadas arcillas duras).

Los parámetros geotécnicos de los niveles se presentan a continuación:

PARÁMETROS	Nivel II Gravas	Nivel IIIa Arcilla firme	Nivel IIIb Arcilla dura
Densidad aparente (kN/m <sup>3</sup> )	20,0	18,0	18,5
$\nu$	0,30	0,30	0,30
$C_U$ (kPa)	-	20	130
$\phi'$	30°	20°	27°
$C'$ (kPa)	5	10	23
$k$ (m/s)	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-8</sup>
$E'$ (MPa)	15-40	4-8	8-20

Ilustración 5. Parámetros geotécnicos (Fuente: Intercontrol Levante).

### 3.1.2. Profundidad del nivel freático.

En la profundidad reconocida por el sondeo efectuado, se detectó la presencia de nivel freático a una profundidad de -0,30m en reposo desde la cota a la que se realizó el sondeo (45,2 m.s.n.m). No obstante, esta profundidad del nivel freático no deberá considerarse como estable, pues a causa de las variaciones en el tiempo, el régimen hídrico de precipitaciones, aportes artificiales o bombeos el nivel freático podría aparecer a una altura no determinada en un futuro.

### 3.1.3. Cimentación y recomendaciones.

De acuerdo con las recomendaciones emitidas por la empresa encargada del estudio geotécnico, se proponen dos tipos de soluciones para los estribos y pilas de la pasarela:

- Estribos: cimentación directa, zapatas cuadradas o rectangulares.

Conocidos los parámetros geotécnicos y de deformación del suelo, resulta admisible la cimentación directa de los estribos mediante zapatas cuadradas o rectangulares, dependiendo del material que se encuentre bajo la cimentación, pues a priori no es posible conocer el material a apoyar. De esta manera, para los estribos, la tensión admisible de trabajo para zapatas cuadradas o rectangulares será  $\sigma_{ad}=300$  kPa para un nivel II de gravas arenosas y  $\sigma_{ad}=240$  kPa para el nivel III de arcillas arenosas siendo el factor de seguridad de hundimiento igual a 3 y los asientos previsible tolerables.

- Pilas: cimentación profunda, pilotes.

Teniendo en cuenta la naturaleza de los estratos del terreno y relación entre punta y fuste se optará por la ejecución de pilotes perforados, debido a la naturaleza cohesiva de los materiales atravesados y la necesidad de alcanzar grandes diámetros en los pilotes. Las características obtenidas del predimensionamiento del pilotaje se resumen a continuación:

PILAS						
Cota (m)		Descripción de material	Resistencia pilote aislado largo plazo		Resistencia pilote aislado corto plazo	
Inicio	Fin		Punta (KPa)	Fuste (KPa)	Punta (KPa)	Fuste (KPa)
0,0	1,00	Material a excavar	-	-	-	-
1,0	2,50	Gravas	-	10,7	-	-
2,50	9,00	Arcillas limo-arenosas (firmes)	595,7	18,1	189,9	16,7
9,00	10,00	Arcillas duras	1870,6	35,2	880,0	56,5

Ilustración 6. Características de los pilotes (Fuente: Intercontrol Levante).

La excavación localizada para los encepados y zapatas se realizará mediante el uso de pantallas de tablestacas.

### 3.2. ASPECTOS HIDRÁULICOS.

En primer lugar, dadas las condiciones exigidas por la Confederación Hidrográfica del Júcar para realizar obras en dominio público se establece que las obras de paso deberán ser capaces de desaguar la avenida asociada a 500 años de período de retorno si se ubica en zona urbana.

Mediante el programa informático HEC-RAS se ha llevado a cabo el análisis hidráulico tanto en su estado actual como tras la ejecución de las obras de la pasarela. Los conclusiones y resultados obtenidos son los siguientes:

- El régimen de flujo es lento en el tramo de actuación, con un resguardo superior a 7,7 m para la avenida de 500 años (286 m<sup>3</sup>/s).
- Las pilas intermedias entre el vano central y los vanos de laterales se sitúan fuera de la sección del cauce.
- Respecto al proceso constructivo, este implica la realización de actividades desde el cauce como la circulación de la maquinaria necesaria para ejecutar la cimentación de las pilas. En ese caso, existe un camino de acceso al cauce a menos de 200 m de la zona de actuación, desde la Calle 7 de L'Omet.

## 4. ANTECEDENTES Y CONDICIONANTES

### 4.1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL.

La actuación que conlleva la realización de la pasarela peatonal se enmarca dentro del *Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de Valencia*, aprobado por el Director General de Obras Públicas, Transporte y Movilidad, en el que se pretende impulsar el desarrollo de la movilidad en medios no motorizados y garantizar itinerarios peatonales accesibles y seguros al transporte público. En concreto, la parada de FGV de Omet.

Actualmente, los peatones que deseen cruzar el barranco de Picassent, en el barrio de L'Omet, deben bajar hasta el cauce y atravesarlo mediante un vado hormigonado al que se accede por ambas márgenes mediante unas escaleras de gran pendiente. Este itinerario presenta diversos problemas:

- Posible inundabilidad del punto de paso cuando se producen crecidas del cauce.
- Itinerario no accesible para personas con movilidad reducida, debido a la gran pendiente de los accesos.
- Falta de permeabilidad de la línea ferroviaria y de la conexión con el apeadero de MetroValencia de Omet.

Por todo lo expuesto anteriormente, en pos de mejorar la seguridad en los desplazamientos y la inclusividad de aquellas personas con movilidad reducida, se plantea la ejecución de una pasarela que resuelva dichos problemas y permita una conexión adecuada y segura con el transporte público.



Ilustración 7. Vista general de la situación actual.

## 4.2. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO

### 4.2.1. PROXIMIDAD A LA LÍNEA FERROVIARIA.

Uno de los principales condicionantes del proyecto es la proximidad a la línea ferroviaria. La actuación proyectada debe tener en cuenta una reserva de espacio para un posible desdoblamiento de vía única a vía doble de la línea 1 de MetroValencia. El planeamiento vigente, texto refundido del *Plan General de Ordenación Urbana del Municipio de Picassent de 2022*, establece como reserva ferroviaria una franja de 8 m a cada lado del eje de la vía actual. No obstante, de acuerdo con un informe favorable emitido en por FGV para un proyecto similar y en las inmediaciones del entorno de actuación, se considera que, dejando un espacio de 4 m entre la vía ferroviaria existente y la nueva estructura se tendrá espacio suficiente.

Por otro lado, dado que los trabajos se realizan en las proximidades de la catenaria de la línea férrea, debe tenerse en cuenta el *Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico*, en el cual se establece una distancia mínima de 3 m en el caso de que los trabajos se realicen con la catenaria en tensión.

### 4.2.2. CONDICIONANTES DIMENSIONALES.

#### 4.2.2.1. Trazado.

Uno de los principales condicionantes dimensionales para el diseño de la pasarela es la longitud de ésta, que deberá salvar una distancia de 78 m, pues es la distancia a la que se encuentran los estribos ya dispuestos. Esta longitud permitirá salvar la distancia entre un lado del barranco y otro, y no irrumpir estructuras y propiedades existentes.

El trazado en planta será totalmente recto y paralelo a la vía ferroviaria, a una distancia de 4 m de ésta para poder asegurar la seguridad de los trabajadores y permitir un posible desdoblamiento de la vía.

#### 4.2.2.2. Anchura del tablero

El ancho de la pasarela será un condicionante a la hora de definir el diseño y geometría de la estructura. Para asegurar el confort y seguridad de los usuarios que harán uso de esta estructura, se definirá una anchura mínima de 4 m, que podrá variar si se le añade algún otro elemento.

#### 4.2.2.3. Gálibo.

Al no discurrir una carretera o similares bajo la pasarela no existirán condicionantes relativos al gálibo. No obstante, al tratarse de un barranco, deberá asegurarse que el tablero no irrumpa el cauce para poder asegurar la seguridad de los viandantes.

### 4.2.3. CONDICIONANTES HIDRÁULICOS.

La pasarela se proyectará teniendo en cuenta un caudal de avenida para un período de retorno de 500 años. Del estudio hidráulico se obtiene que el régimen de flujo es lento en el tramo de actuación y un resguardo superior a 7,7 m para la avenida de 500 años.

Por lo anteriormente expuesto, se proyectará la pasarela de manera que la cota de rasante sea de 54,9 m, la cual no modificará la sección hidráulica actual del barranco, pues se proyectará a la misma cota que el puente actual del ferrocarril sobre el Barranco de Picassent. Adicionalmente, las pilas intermedias - entre el vano central de 30 m y los laterales de 24 m - no invaden el cauce.

## 5. ESTUDIO DE SOLUCIONES

La solución adoptada ha sido escogida tras un estudio de las distintas posibles alternativas planteadas, analizando su adecuación a las condiciones existentes. Este estudio se ha llevado a cabo basándose en criterios desarrollados en el "Anejo Nº1, estudio de soluciones". Las distintas soluciones propuestas contemplan distintas tipologías estructurales y materiales. De este modo, las soluciones posibles son:

- Pasarela tipo celosía metálica.
- Pasarela de hormigón de dos vanos.
- Pasarela de hormigón de vanos continuos y canto variable.
- Pasarela con elementos prefabricados.

### 5.1. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.

Las posibles soluciones se han propuesto en base a diferentes criterios.

- La primera solución, correspondiente con una pasarela metálica tipo celosía formada por dos pilas y extremos apoyados en muros de hormigón armado, con tres vanos de 15, 45 y 15 m de luz respectivamente, con un canto de 1,50 m entre ejes de cordones superior e inferior y una anchura total de 3,40 m.
- La segunda solución propuesta corresponde con una pasarela de vigas prefabricadas de dos vanos (39 m + 39 m) y una pila central.
- La tercera solución, corresponde con una pasarela de hormigón pretensado con armadura postesa, constituida por dos pilas y extremos apoyados en estribos externos, teniendo, por tanto, tres vanos de 24, 30 y 24 m respectivamente. El tablero de la estructura tendrá canto variable, siendo el máximo de 1,4 m y el mínimo de 0,70 m.

- La cuarta solución se trata de una pasarela de hormigón con elementos prefabricados y vanos continuos de 24, 30 y 24 m de luz.

## 5.2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se han tenido en cuenta los siguientes criterios: económicos, estéticos, facilidad de construcción y planificación de obra y conservación y mantenimiento. Dotando de estos criterios con distintos pesos dependiendo de la importancia de estos, y puntuando las alternativas propuestas se tiene que:

CRITERIO	PESO	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Económico	1,15	2	2	5	2
Estético	1	4	4	4	3
Facilidad de construcción	1,15	3	3	2	5
Conservación y mantenimiento	1	1	4	4	4
		10,75	13,75	16,05	15,05

Tabla 1. Valoración de las soluciones.

La alternativa más idónea en términos económicos, estéticos, de facilidad de construcción y conservación y mantenimiento es la "Alternativa 3", correspondiente con una pasarela pretensada con armadura postesa de vanos continuos y canto variable.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

La solución adoptada consiste en una pasarela para uso mixto peatonal y ciclista, que salva el barranco de Picassent en el Término Municipal de Picassent, Valencia. Se tratará de una pasarela de 3 vanos continuos, de 24, 30 y 24 m de luz, pretensada y de una anchura total de 4 m que apoyará en dos pilas intermedias de 1 m de diámetro.

La forma en alzado del tablero es de canto variable, encontrándose el máximo canto de 1,4 m en las pilas, mientras que el mínimo canto será de 0,7 m, situándose en las zonas de arranque y centro luz del vano central.

El arranque de la pasarela se produce desde los estribos. Estas secciones de arranque se macizarán el primer metro desde el estribo para asegurar el buen comportamiento de la estructura. De igual manera, se macizarán las secciones donde apoya la pasarela, esto es, desde  $x=23,5$ ,  $x=24,5$  y  $x=53,5$  y  $x=54,5$ .

Este tablero se postesará, debido a las luces de los vanos y las esbelteces. Se dispondrán cuatro tendones, dos en cada alma que se moverán de manera vertical y se dispondrán en las alas en aquellas secciones en las que el canto no permita respetar las separaciones entre vainas. Su trazado será sensiblemente concordante, es decir, se procurará que los esfuerzos hiperestáticos del pretensado sean mínimos.

Las acciones consideradas para el diseño estructural han sido: peso propio del hormigón, carga muerta – de acuerdo con la IAP-11–, considerando barandilla, rigola, y una capa asfáltica. También se han considerado otras acciones permanentes de valor no constantes, como los esfuerzos inducidos por el pretensado o las acciones reológicas como la fluencia y la retracción. Respecto a las acciones variables, se ha considerado una sobrecarga de uso de  $5 \text{ kN/m}^2$ , de acuerdo con las indicaciones de la IAP-11. No ha sido objeto de este TFG el cálculo de las acciones climáticas, accidentales o sísmicas, entre otros.

Los esfuerzos a los que está sometida la estructura se han calculado mediante el programa informático SAP-2000, en el que se ha introducido un modelo de barras de 1 m de longitud. Al ser las características mecánicas de la estructura variables debido a la variación del canto, se han introducido las inercias y áreas medias de cada tramo de barra (1m) para poder evaluar la estructura en su conjunto de la manera más fiel posible.

Por otra parte, las verificaciones y comprobaciones de los Estados Límites Últimos y de Servicio, así como las pérdidas de la armadura postesada, se han comprobado de acuerdo con el EC-2, mediante un libro Excel de elaboración propia, a razón de una Beca de Colaboración con el Departamento de Construcción. Dicho libro Excel contiene:

- En primer lugar, se ha elaborado una hoja Excel para el cálculo de la variación del canto y trazado de la armadura postesa, así como todos los datos relativos al trazado para el posterior cálculo de pérdidas.
- Una hoja de cálculo para la obtención de las características mecánicas de cada una de las secciones, esto es, características mecánicas brutas, netas y homogeneizadas.
- Hojas para el cálculo de las pérdidas instantáneas y diferidas de la armadura postesa, evaluando estas pérdidas sección por sección. Para las pérdidas diferidas, se ha elaborado una hoja Excel adicional para el cálculo de los parámetros de fluencia, retracción y relajación de la armadura activa.
- Una hoja para la verificación de las tensiones en ELS para cada una de las secciones y estados tensionales.

Las armaduras pasivas a disponer se reflejan en la siguiente tabla:

ARMADURA LONGITUDINAL 1	Ala	Superior	<b>18<math>\phi</math>20</b>
		Inferior	<b>18<math>\phi</math>20</b>
	Alma	Izquierda	<b>4<math>\phi</math>10</b>
		Derecha	<b>4<math>\phi</math>10</b>

Tabla 2. Armadura longitudinal 1.

ARMADURA LONGITUDINAL 2	Ala	Superior	<b>16<math>\phi</math>20</b>
		Inferior	<b>16<math>\phi</math>20</b>
	Alma	Izquierda	<b>5<math>\phi</math>10</b>
		Derecha	<b>5<math>\phi</math>10</b>

Tabla 3. Armadura longitudinal 2.

ARMADURA TRANSVERSAL 1	Ala	<b>2<math>\phi</math>10/30</b>
	Alma	<b><math>\phi</math>10/30</b>

Tabla 4. Armadura transversal 1.

ARMADURA TRANSVERSAL 2	Ala	<b>2<math>\phi</math>10/20</b>
	Alma	<b><math>\phi</math>10/20</b>

Tabla 5. Armadura transversal 2.

La armadura longitudinal 1 se dispondrá en los vanos laterales, mientras que la armadura longitudinal 2 se dispondrá en el vano central de 30 m de luz.

Por otra parte, la armadura transversal, conformada por armaduras transversales de 10 mm de diámetro en las alas y dobles cercos de 10 mm de diámetro en las almas, con separaciones de 20 cm. Dicha armadura se dispondrá en los tramos comprendidos por  $x=0$ ,  $x=13$ ;  $x=35$ ,  $x=43$  y  $x=65$ ,  $x=78$ , de manera que la disposición sea simétrica respecto al centro luz de la estructura.

La armadura transversal 2, constituida de igual manera que la armadura transversal 1, pero con separaciones de 30 cm, se dispondrá en los tramos restantes, es decir, en los tramos comprendidos por  $x=13$ ,  $x=35$  y  $x=43$ ,  $x=65$ .

Las secciones longitudinales y transversales quedan como sigue:

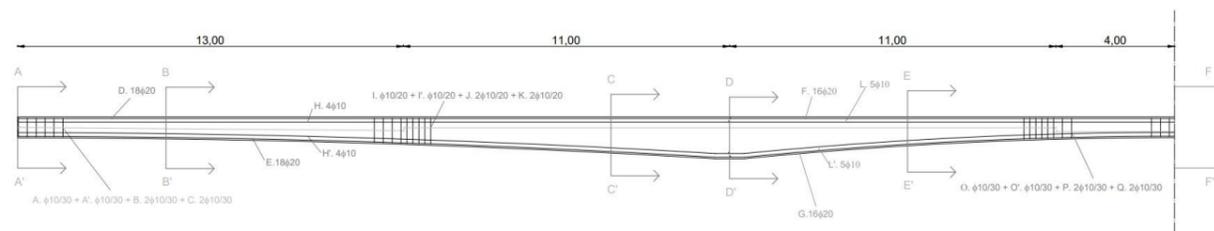


Ilustración 8. Sección longitudinal de la armadura pasiva.

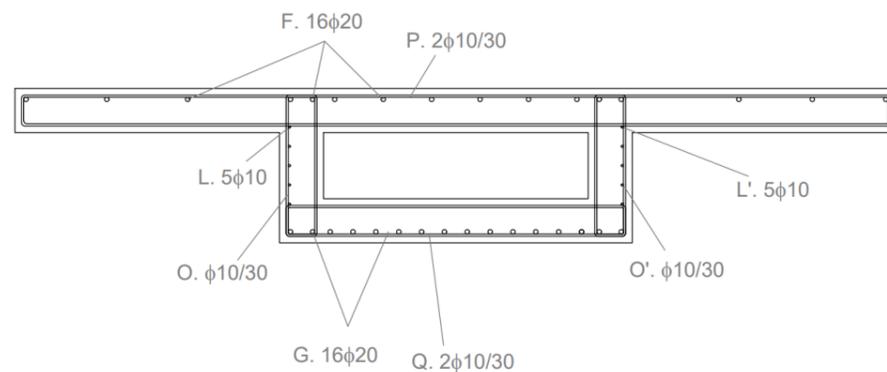


Ilustración 9. Sección transversal en centro luz ( $x=39$ ) de la armadura pasiva.

Estas armaduras se solaparán y anclarán de acuerdo con las indicaciones del EC-2. Art. 8.4 y 8.7.

Respecto al Estado Límite de Deformaciones, este se verifica imponiendo unas contraflechas de ejecución progresivas de 2 cm, pues las flechas totales máximas son superiores a las limitaciones establecidas por la IAP-11 Art. 7.1. Dichas contraflechas de ejecución suplirán el excedente de flecha máxima mediante el combado de los encofrados, tal y como está contemplado en la IAP-11.

Las restantes verificaciones de los Estados Límites de Servicio y Últimos se verifican.

## 7. VALORACIÓN ECONÓMICA.

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE
1	TABLERO	200.374,55 €

<b>TOTAL CAPÍTULO 1</b>	<b>134.633,18 €</b>
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>134.633,18 €</b>
Gastos generales	134.633,18 €
23 % GG + BI	30.965,63 €
21 % IVA	34775,74915 €
Total presupuesto contrata	200.374,55 €
Total presupuesto general	200.374,55 €

Asciendo el presupuesto general a la expresada cantidad de DOSCIENTOS MIL TRESCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Precio por metro cuadrado de estructura: 642,23€.

a 8 de julio de 2022, Valencia.

Autor del proyecto: Zhang Bai, Xin-Ru.

## 8. CONCLUSIÓN.

Con todo lo expuesto en la presente memoria, junto con los demás documentos que integran el presente diseño estructural del tablero de una pasarela sobre el Barranco de Picassent en la Font de L'Omet, se considera lo suficientemente desarrollado y se somete a la aprobación del tribunal.

Valencia, a 10 de julio de 2022.

## 9. REFERENCIAS.

- Bonet Senach, J. L., Castro Bugallo, M., Fernández Prada, M., Martí Vargas, J. R., Miguel Sosa, P., Navarro Gregori, J., & Pallarés Rubio, L. (2011). *Cálculo de secciones y elementos estructurales de hormigón. Casos prácticos adaptados a la EHE-08. Tomo 1. Acciones. Análisis seccional. Estados límite de servicio*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Bonet Senach, J. L., Castro Bugallo, M., Fernández Prada, M. Á., Martí Vargas, J., Miguel Sosa, P. F., Navarro Gregori, J., & Pallarés Rubio, L. (2000.). *Cálculo de secciones y elementos estructurales de hormigón. Casos prácticos, tomo II*. València.: UPV.
- CTN 140 Eurocódigos estructurales, S. (2020). *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación*.
- Fernández Prada, M., Miguel Sosa, P., & Martí Vargas, J. (1997). *HORMIGÓN PRETENSADO: Análisis y Estados Límite*. Valencia: Servicio de publicaciones UPV.
- Ministerio de fomento. (2012). *IAP-11. Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera*.
- Yepes, V., Pérez-López, E., García-Segura, T., & Alcalá, J. (2019). *Optimization of high-performance concrete post-tensioned box-girder pedestrian bridges*.