



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ESTUDIO DE SOLUCIONES PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO CÉRVOL EN LA PLAYA DE
VINAROS (CASTELLÓN).
SOLUCIÓN METÁLICA FORMADA POR DOS CELOSÍAS ESPACIALES TRIANGULARES, CON
TABLERO PREFABRICADO DE MADERA ASERRADA.

Presentado por

TENA MONTERDE, Genís

Para la obtención del

Grado de Ingeniería Civil

Curso: 2017/2018

Fecha: 05/09/2018

Tutor: MORAGUES TERRADES, Juan José

Cotutor: MORAGUES TERRADES, Juan José

TOMO I

- DOCUMENTO Nº1 MEMORIA Y ANEJOS DE CONJUNTO

MEMORIA

ANEJO Nº1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

ANEJO Nº2: TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº3: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEJO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ANEJO Nº5: ESTUDIO HIDRÁULICO

ANEJO Nº6: ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

ANEJO Nº7: ESTUDIO DE SOLUCIONES

- DOCUMENTO Nº2 PLANOS DE CONJUNTO

1. SITUACIÓN

2. EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO

3. CORTE GEOLÓGICO

4. CIMENTACIÓN

5. ESTRIBOS

5.1 GEOMETRÍA ESTRIBOS

5.2 SECCIÓN ESTRIBOS

5.3 ARMADOS ESTRIBOS

- DOCUMENTO Nº 3 ANEJOS SOLUCIÓN 1

ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS

ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº4 PLANOS SOLUCIÓN 1

6. PLANTA ALZADO Y VISIÓN ISOMÉTRICA

7. VISIÓN 3D

8. EQUIPAMIENTOS

TOMO II

- DOCUMENTO Nº 5 ANEJOS SOLUCIÓN 2

ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS

ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº6 PLANOS SOLUCIÓN 2

6. PLANTA ALZADO Y VISIÓN ISOMÉTRICA

7. VISIÓN 3D

8. DEFINICIÓN GENERAL DE LA SECCIÓN

9 EQUIPAMIENTOS

9.1 EQUIPAMIENTOS 1

9.2 EQUIPAMIENTOS 2

9.3 EQUIPAMIENTOS 3

- DOCUMENTO Nº 7 ANEJOS SOLUCIÓN 3
 - ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL
 - ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS
 - ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA
 - ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº8 PLANOS SOLUCIÓN 3
 - 6. ALZADOS
 - 7. VISIÓN 3D
 - 7.1 VISIÓN 3D (VISTAS)
 - 7.2 VISIÓN 3D (ESTRUCTURA GLOBAL)
 - 7.3 VISIÓN 3D (ESTRUCTURAL GLOBAL)
 - 8. DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES
 - 8.1 DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES 1
 - 8.2 DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES 2
 - 9. EQUIPAMIENTOS
 - 10. UNIONES
 - 10.1 UNIÓN VIGAS PRINCIPALES DEL TABLERO
 - 10.2 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL ESTRIBO
 - 10.3 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL EXTREMO DE LA VIGA DEL TABLERO
 - 10.4 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL EXTREMO DE LA VIGA SUPERIOR
 - 10.5 UNÓN CLAVE EN LAS VIGAS SUPERIORES



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

Documento nº 1

MEMORIA Y ANEJOS CONJUNTO

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO CÉRVOL EN LA
PLAYA DE VINARÓZ (CASTELLÓN)

Autor:

BURRIEL HERRERO, Iván
RUIZ LÓPEZ, F^o José
TENA MONTERDE, Genís

Tutor:

MORAGUES, TERRADES, Juan José

Curso: 2018/2019

Fecha: 03/09/2018

Tutor: MORAGUES TERRADES, Juan José

Cotutor: MORAGUES TERRADES, Juan José



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

MEMORIA

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA PASARELA PEATONAL SOBRE EL RÍO CÉRVOL EN LA PLAYA DE VINARÓZ (CASTELLÓN)

Autor:

BURRIEL HERRERO, Iván

RUIZ LÓPEZ, F^o José

TENA MONTERDE, Genís

Tutor:

MORAGUES, TERRADES, Juan José

Curso: 2018/2019

Fecha: 03/09/2018

Tutor: MORAGUES TERRADES, Juan José

Cotutor: MORAGUES TERRADES, Juan José

ÍNDICE

1. Clasificación de los documentos.....	3
2. Objeto del proyecto básico.....	3
3. Antecedentes y descripción de la zona.....	3
4. Condicionantes y factores a considerar.....	4
5. Topografía	4
6. Análisis de la cimentación.....	4
7. Estudio hidrológico.....	5
8. Estudio de soluciones y descripción de las mismas.....	5
9. Proceso constructivo.....	6
10. Plazo de ejecución.....	8
11. Equipamientos.....	8
12. Aspectos económicos.....	9
13. Conclusiones.....	9
14. Documentos del proyecto.....	10

1. CLASIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

En este epígrafe se detalla la manera en la que se presenta el grueso del proyecto, ya que está conformado por 3 soluciones, con documentos de conjunto y documentos individuales.

En un primer lugar y tras la Memoria se presentarán los documentos de conjunto de las tres soluciones, es decir, los anejos 1-7 y planos 1-5. Tras estos documentos y separados de los documentos de conjunto, se encuentra en primer lugar los documentos (anejos y planos) correspondientes a la Pasarela Triangulada con Celosía Inferior (solución 1). Seguidamente y separado de la anterior solución, tenemos los documentos de la Pasarela Tubular Triangulada Lateral (solución 2), de la cual parte de la estructura resistente constituye la barandilla. Por último y también separado de la anterior solución mencionada, se encuentran los documentos de la Pasarela de Madera con Vigas Superiores (solución 3).

Mencionar que, a lo largo de la distribución de los documentos, primero se presentan los anejos, seguidos de los planos de detalle.

2. OBJETO DEL PROYECTO BÁSICO

El objeto del presente Trabajo Fin de Grado es la definición de una nueva pasarela sobre la desembocadura del Río Cérvol en Vinaròs, Castellón, cumpliendo con la normativa vigente y aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera, con la finalidad de dar continuidad al paseo marítimo y conectarlo con la Costa Norte de una manera segura para los peatones.

También es objeto, la realización de un estudio de soluciones y la posterior elección de la solución más adecuada. Dicha solución, aparte de ser la más idónea según el análisis multicriterio realizado en el anejo nº7 "ESTUDIO DE SOLUCIONES" se desarrollará hasta el punto que se requiere en un Proyecto Básico.

La obra que se proyecta consiste en el estudio de tres tipologías distintas de pasarela. Una pasarela de madera, una pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares con tablero de madera y una pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores con tablero prefabricado de hormigón. Dicha obra tiene como finalidad conectar el paseo marítimo con la Costa Norte de una manera segura para los peatones.

La realización de esta pasarela aportaría, aparte de dotar de continuidad al paseo marítimo, una mejor comunicación entre ambas riberas del río, y supondría un nuevo puente a la ciudad que permitiría mejorar la movilidad sostenible, además de ser un nuevo icono arquitectónico.

3. ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

La situación viene definida por la intensificación de población desde la época de Pascua hasta la época estival. El ayuntamiento de Vinaroz promueve el uso del paseo marítimo, tanto caminando como en bicicleta, por ello, con este proyecto se logra una conexión segura de toda la línea de la costa con el núcleo de población al otro lado del paseo, es decir, se consigue prolongar el paseo marítimo enlazando la avenida de Fora del Forat con la zona de Els Cossis de la costa norte sin necesidad de dar un rodeo innecesario.



Fig. 1 Vista aérea de la situación del proyecto

Además, se está invirtiendo recientemente en la construcción de nuevas infraestructuras en el pueblo. Una muestra de la gran necesidad de esta infraestructura es que, tras la participación ciudadana en los presupuestos participativos, quedó elegida como la opción más votada por la población de Vinaroz.

Hasta el momento la única conexión entre la avenida de Fora del Forat (paseo marítimo) con la zona de Els Cossis de la costa norte, es el puente "del Camino de Costa" el cual obliga a dar un gran rodeo para alcanzar nuevamente el paseo.

Para obtener una descripción más detallada de la situación de la pasarela peatonal, en el anejo nº1 "DESCRIPCIÓN DE LA ZONA" se explica los antecedentes del emplazamiento y se adjunta un Anexo de REPORTAJE FOTOGRÁFICO que muestra todas las infraestructuras colindantes y el entorno.



Fig. 2 Vista aérea del emplazamiento de la pasarela

4. CONDICIONANTES Y FACTORES A CONSIDERAR

Para la realización del proyecto hemos tenido en cuenta una serie de condiciones. Estos llevarán aparejadas una serie de medidas a adoptar para conseguir que el diseño final se adecue correctamente a ellos.

- Estética+seguridad, durabilidad y funcionalidad: se dará especial preferencia a las soluciones englobadas en la seguridad y durabilidad sin desprestigiar el factor estético y sin descuidar el carácter creativo.
- Ubicación: zona muy visible, se buscará un diseño estético cuidando el conjunto. Tener en cuenta la forma de los equipamientos.
- Economía: se le dará mucha importancia al coste total a largo plazo incluyendo construcción, mantenimiento, etc.

5. TOPOGRAFÍA

En el anejo nº2 "TOPOGRAFÍA" se puede ver con mayor detalle todos los datos del replanteo. Así como, la reseña de los vértices, el listado de coordenadas tanto en planta (X e Y) como en alzado (Z), la relación de medios técnicos utilizados para la realización de los trabajos de topografía y las fotografías de los vértices para facilitar su ubicación el día que se desee que vuelvan a ser utilizadas.



Fig. 3 Vista cercana del vértice E-8

6. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

En la zona de actuación hemos determinado que se trata de materiales de Edad Cuaternarias, que consisten en suelos de diversa naturaleza, niveles de gravas y costras conglomerática.

En el anejo nº4 "ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO" se proporcionan los datos geológicos y geotécnicos para la caracterización geomecánica del terreno de cimentación en la zona de ubicación de la pasarela.

La ubicación de los ensayos que utilizamos como estudio se sitúan a escasos metros y son los únicos cercanos a la zona donde se ubica nuestra pasarela, por ello, interpretamos estos resultados como los de nuestro terreno. Dichos ensayos se realizaron para la construcción de un puente situado a unos 350 m como se ha mencionado anteriormente y por lo tanto, nuestro terreno tendrá el comportamiento y la composición de éstos.

Como se puede ver en el anexo 3 del anejo 4 tenemos terrenos totalmente diferentes en ambos estribos. En el estribo norte encontramos un estrato de 1,20 metros de relleno seguido de gravas con matriz arenolimosas. En cambio, en el estribo sur tenemos un estrato de 1,60 metros de relleno seguido de costras conglomeráticas.

En cuanto al nivel freático se ha detectado únicamente en el sondeo 3, quedando el nivel estabilizado a 6,70 metros de profundidad desde la boca de inicio de los sondeos

De acuerdo con el terreno y a la necesidad de realizar una cimentación, en el estribo norte se ejecuta una cimentación profunda. Sobre este espesor de estratos se coloca un relleno posterior de 3 metros y se ejecuta la zapata 1 metro por debajo de dicho relleno. En el estribo Sur (paseo), se ejecuta una cimentación semiprofunda ($D/B \leq 2$) pero de forma similar, ya que en éste encontramos un sondeo de 3,60 metros y por tanto el relleno posterior pasa de los 3 metros hasta los 9,40 para igualar las cotas de los estribos y del tablero.

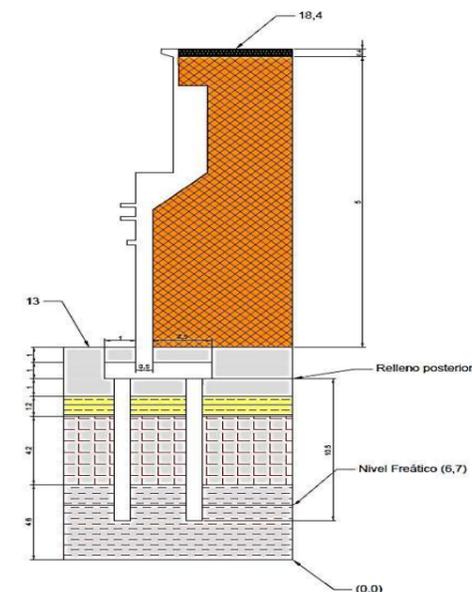


Fig. 4 Croquis cimentación profunda estribo norte

En el anejo nº6 "ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN" se presenta con mayor grado de detalle los cálculos realizados para el diseño y comprobación de la cimentación en ambos estribos.

7. ESTUDIO HIDROLÓGICO

En el anejo nº3 "ESTUDIO HIDROLÓGICO" se proporciona con un mayor grado de detalle los datos necesarios para este estudio.

La pluviometría en la zona ha sido analizada y descrita estadísticamente sobre la base de los datos procedentes de 7 estaciones pluviométricas diferentes situadas tanto en la propia cuenca del río Cérvol como en zonas en las proximidades de la cuenca estudiada. El considerar datos correspondientes a estaciones no incluidas en la cuenca del río Cérvol responde fundamentalmente a dos motivos. El primer motivo es la necesidad de trabajar con un mayor número de datos para mejorar la fiabilidad del análisis puesto que en la zona objeto de estudio no existe una cantidad importante de estaciones de toma de datos. Utilizando un mayor número de estaciones, se reduce la incidencia en los valores medios finales de posibles errores sistemáticos en alguno de los puntos de observación por lo que se ha estimado conveniente su inclusión en el análisis pluviométrico. El segundo motivo, es que el aumento del número de estaciones y por tanto el ámbito espacial del entorno estudiado ofrece una mejor descripción de la distribución espacial de las máximas precipitaciones, lo cual es de vital importancia dada las características de heterogeneidad tanto de la cuenca estudiada como de los valores de precipitación comprobados históricamente.

8. ESTUDIO DE SOLUCIONES Y DESCRIPCIÓN DE LAS MISMAS

En este apartado se van a describir y evaluar las diferentes alternativas para la realización del proyecto, escogiendo aquella que se adapte mejor al cometido y exigencias de esta, y sobre todo a nuestras necesidades.

Las tres posibles soluciones son: pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares, pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores y pasarela de madera.

Pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares

Pasarela formada por dos celosías espaciales triangulares con perfiles tubulares de acero y tablero prefabricado de madera aserrada de pino silvestre C24. Por tanto, se trata de una pasarela con una longitud de 50 metros sin apoyos entre estribos, con un desarrollo en planta recto y un alzado que presenta una pequeña pendiente en forma de contraflecha. El tablón de madera prefabricada cuenta con 5 metros de ancho y 4 metros de largo en toda la pasarela. Cada losa prefabricada de madera se encuentra embebida en un marco perimetral formado por angulares inoxidables. El tablero está reservado para el paso de peatones y bicicletas. Se opta por una pendiente transversal del 1% en un sentido para una correcta evacuación, ya que al tratarse de un tablero de madera no se necesitan elementos de drenaje porque se evacua ella sola con la pendiente.

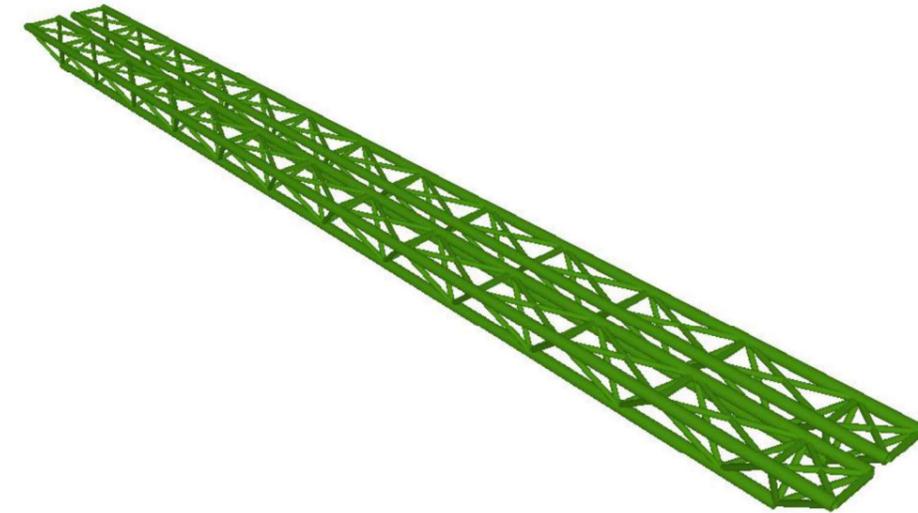


Fig. 5 Diseño pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares

Pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores

Pasarela formada por dos celosías con perfiles tubulares de acero en ambos extremos del tablero siendo la propia estructura resistente la barandilla de seguridad y tablero prefabricado de hormigón armado. Por tanto, se trata de una pasarela con una longitud de 50 metros sin apoyos entre estribos, con un desarrollo en planta recto. El tablero de hormigón cuenta con 5 metros de ancho en toda la pasarela. El tablero está reservado para el paso de peatones y bicicletas. Se opta por una pendiente longitudinal del 2 % para una correcta evacuación a través de los distintos elementos de drenaje que podemos encontrar en el anejo nº9 "DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS".

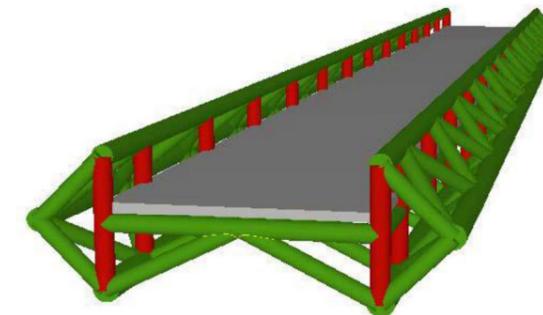


Fig. 6 Diseño pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores

Pasarela de madera

Pasarela formada por madera en su totalidad incluido el tablero. La disposición cruzada de los perfiles de acero CHS (en verde en la Fig. 7) entre las vigas superiores y el tablero contribuyen a garantizar la rigidez del conjunto. La pasarela está reservada para el paso de peatones, cuenta con un ancho de 5 metros y con un acabado de madera aserrada. Dado que el tablero es autodrenante se le ha dotado un peralte del 1 % por recomendación del fabricante de las maderas del tablón de piso.

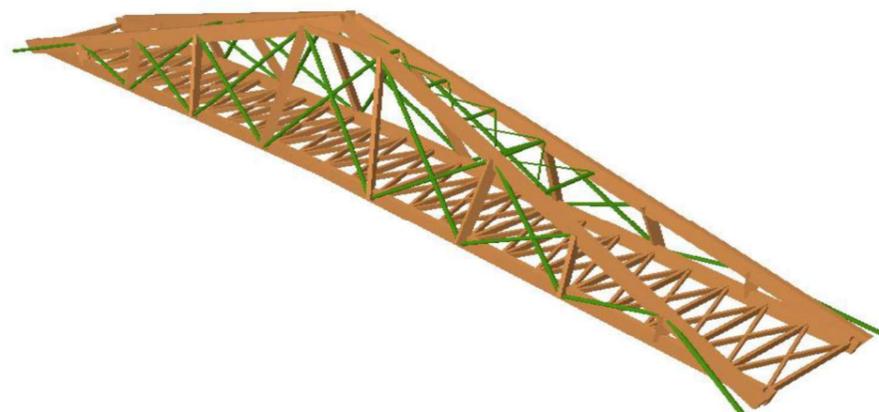


Fig. 7 Diseño pasarela de madera

La información detallada de cada una de ellas, así como su correcta valoración se encuentra en el anejo nº7 "ESTUDIO DE SOLUCIONES".

9. PROCESO CONSTRUCTIVO

Pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares

El esquema resistente de la estructura va cambiando durante las distintas fases del proceso constructivo por lo que el sistema debe resistir tanto las solicitaciones finales como las que se producen durante la ejecución. Ello implica que deben ser tenidas en cuenta todas las fases del método constructivo en el cálculo de la estructura.

La ejecución comenzará con una serie de trabajos previos consistentes en la preparación y desbroce del terreno, seguidos de un replanteo. En el estribo Norte será necesario el movimiento de tierras necesario para la ejecución de la cimentación, y en el estribo Sur debido a la existencia de un muro de contención que pertenece al paseo marítimo, será necesario derrumbar parte de él y extraer las tierras que están en su trasdós para posteriormente dejarlo de una forma similar a la encontrada antes de la construcción de la pasarela y que esta cumpla su finalidad de dar conexión a todo el paseo marítimo.

Una vez extraídas las tierras de un estribo y el movimiento hacia el otro, se procede al encofrado, hormigonado y armado de los pilotes para la cimentación profunda y el encofrado, armado y hormigonado del encepado rígido.

Tras ello, se procederá al encofrado, armado y hormigonado de la zapata y el muro en ménsula. Acabada la cimentación, se procederá a su posterior relleno y acondicionamiento de los estribos con la colocación de los neoprenos de apoyo.

Paralelamente e incluso antes de que comience la obra, se pedirá al taller de estructuras metálicas que inicie la fabricación de la estructura tubular longitudinal, así como los tubos transversales separados cada 4 metros. Las limitaciones para no necesitar autorización de transporte especial ni excepcional son 45 toneladas, 15 metros de longitud, una anchura de 3 metros y una altura de hasta 4,5 metros. Luego, como hemos comentado anteriormente, la estructura longitudinal se transportará en 5 partes divididas en 2 tramos de 10 metros, 2 tramos de 7.5 situados en los extremos y un último tramo de 15 metros situado en la zona de centro-luz de la pasarela.

Conjuntamente, también se irán fabricando las losas de madera prefabricada para posteriormente, al igual que las vigas de acero, trasladarlas por carretera hasta las instalaciones de la obra. Al igual que las vigas de acero, transportamos las losas de madera en 12 partes de 4 metros y una parte de 2 metros.

Aprovechando que la explanada del estribo Norte se puede utilizar para apoyar sistemas de izado, emplearemos el uso de dos grúas para el izado conjunto de las dos celosías. Finalmente, solo faltaría colocar la losa de madera prefabricada.

Todo terminará con la llegada de la pasarela al estribo Norte y será entonces cuando se ejecutará la retirada de grúas y apeos necesarios y se procederá a la colocación del equipamiento; barandillas y sistema de iluminación.

La última acción consistirá en reponer el muro del paseo marítimo para dotarlo de una conexión cómoda y segura con nuestra pasarela.

Pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores

En este tipo de pasarela las operaciones previas, el movimiento de tierras y la construcción de los estribos son exactamente iguales que la descrita anteriormente. Por eso, paralelamente e incluso antes de que comience la obra, se pedirá al taller de estructuras metálicas que inicie la prefabricación de la estructura tubular, tanto longitudinal como transversalmente. Las limitaciones para no necesitar autorización de transporte especial ni excepcional son 45 toneladas, 15 metros de longitud, una anchura de 3 metros y una altura de hasta 4,5 metros. Luego, la estructura se transportará en 5 partes divididas en 2 tramos de 10 metros, 2 tramos de 7.5 situados en los extremos y un último tramo de 15 metros situado en la zona de centro-luz de la pasarela.

Asimismo, se pedirá al taller de estructuras de hormigón armado que inicie la prefabricación de la losa de hormigón para posteriormente, al igual que las vigas de acero, trasladarlas por carretera hasta las instalaciones de la obra. Hay que mencionar que, en dichas losas, quedarán previamente definidos los marcos de los imbornales, así como las perforaciones para los tubos de drenaje,

Al igual que las vigas de acero, transportamos la losa de hormigón en 12 partes de 4 metros y una parte de 2 metros, para luego ensamblarlas mediante los conectores y sellar las juntas entre elementos en obra tras la ejecución completa del armazón metálico.

Aprovechando que la explanada del estribo Norte se puede utilizar para apoyar sistemas de izado, emplearemos el uso de dos grúas para el izado de la estructura tridimensional tubular. La losa se levanta después del izado de la fase metálica. Otra cuestión para tener en cuenta es que, al tener la estructura galvanizada, no podemos soldarla sin quitarle ese tratamiento superficial. Por ello, hay que quitarles el galvanizado a los extremos de los tramos a unir. A continuación, soldar y finalmente aplicarle el tratamiento anticorrosivo mediante galvanizado en frío. Este proceso produce un acabado no del todo estético así que también se tendrá en cuenta la posibilidad de realizar uniones atornilladas.

Finalmente, solo faltaría colocar la losa de hormigón armada prefabricada. El principal inconveniente reside en cómo resolver la conexión a los tubos. Para solucionarlo se concentran los conectores en los tubos transversales sobre los que apoya la losa en las ventanas de conexión. Esta se solidariza al armazón metálico mediante dos filas de conectores que van soldados sobre los tubos transversales que proporcionan mayor rigidez a la estructura y al tablero. Estas ventanas se rellenan posteriormente con un hormigón de retracción limitada y de mayor resistencia característica que el de la losa.

El siguiente problema reside en cómo ejecutar las juntas transversales entre elementos. Dicho problema, lo solucionamos rellinando la junta entre losas con silicona. Al utilizar las juntas cada 4 metros nos aseguramos de que el hormigón pueda sufrir las deformaciones pertinentes debidas a los factores climatológicos sin sufrir daños estéticos y estructurales.

Posteriormente faltaría colocar las aceras en el lado izquierdo, así como el resto de los equipamientos.

La última acción consistirá en reponer el muro cercano al estribo Sur del paseo marítimo para dotarlo de una conexión cómoda y segura con nuestra pasarela.

Pasarela de madera

En este tipo de pasarela las operaciones previas, el movimiento de tierras y la construcción de los estribos son exactamente iguales que la descrita anteriormente.

Tras la ejecución de las cimentaciones, se realiza el transporte de los elementos estructurales de la pasarela. La operación de transporte será realizada en horario nocturno para no crear congestiones en el tráfico y se realizará por una ruta prevista, en la cual el camión con la viga cargada cumpla todos los gálibos y pueda realizar maniobras de giro sin producir desperfectos. Todo esto se puede llevar a cabo con la debida autorización de transporte requerida, debido a que los elementos estructurales superan las limitaciones mínimas para un transporte sencillo.

Se transportará la estructura en distintas partes, el tablero dividido en dos y las 4 vigas superiores, que se unirán a pie de obra dos a dos mediante 5 barras circulares de acero cada dos vigas (CHS 200x8 mm) empalmadas a las vigas de madera mediante pernos y perfiles de acero cruzados (R90) desde los extremos de dichas barras circulares, para estabilizar la unión de las vigas.

Una vez que todos los elementos estructurales se encuentran en la zona de trabajo, se procede a ensamblar las distintas partes del puente con la unión adecuada a pie de obra. En primer lugar, se realiza la unión entre las dos partes de la pasarela, mediante un empalme de chapas metálicas atravesadas por

pernos uniendo los extremos de ambas vigas principales en la parte central de la estructura haciendo un total de dos.

En todo momento la estructura se encuentra apeada a una distancia del suelo para que se pueda realizar el montaje de forma más sencilla. Una vez realizado dicho empalme, se procede a la elevación y colocación de la pasarela mediante dos grúas, sobre los estribos, materializando dicha unión a través de un bulón de giro libre entre las orejas de chapa de acero salientes del apoyo y del herraje que abraza a la viga de madera y se une a ella mediante pernos.

Una vez apoyada la pasarela, se dispone a la colación de las 4 vigas superiores. Dichas vigas se unen a pie de obra como se explica anteriormente y una vez ensambladas dos a dos, mediante los perfiles tubulares, se realiza la unión entre ambas partes, que se materializa en una clave articulada con herrajes exteriores y chapa galvanizada, de la misma naturaleza que el apoyo en los estribos, bulón de giro libre entre las orejas de las chapas de acero que también abrazan a las vigas de madera y se unen a ellas mediante pernos. Tras la realización de dicha unión pasaremos a la elevación de la estructura de vigas superior, y seguidamente, procedemos al apoyo de la misma sobre los estribos de igual forma que se apoya la pasarela.

Una vez colocada la estructura superior se dispone a la conexión de ésta con la pasarela para afianzar la estabilidad de la estructura en su totalidad. Dicha conexión se realiza mediante 16 vigas de madera (GL24h 500x200, 8 en cada lado) de distinta longitud a un lado y a otro de la pasarela, que nacen en el tablero y se anclan en las vigas superiores, entre las cuales se disponen barras circulares de acero (CHS 200x10,0) cruzadas para asegurar la estabilidad transversal y resistencia de la estructura frente a las cargas totales. Además, se colocan dos vigas (GL24h 500x260) horizontalmente, bajo la unión clave de las vigas superiores, para asegurar la estabilidad de dicha unión, como se puede ver en la imagen inferior (sólo se muestra un lado de la pasarela). Las conexiones son realizadas por obreros especializados y utilizando los medios auxiliares adecuados (grúas, pernos herramientas, etc.).

Una vez realizada la colocación de la pasarela sobre los estribos, y el anclaje de ésta a las vigas superiores, nuestra pasarela quedaría finalizada y pasaríamos a la realización de trabajos auxiliares y desmantelamiento de instalaciones de obra.

Los trabajos auxiliares comienzan con la ejecución de la pavimentación de accesos, reposición del muro del paseo marítimo para dotarlo de una conexión cómoda y segura con nuestra pasarela, revegetación, jardinería e instalación de luminarias son los últimos procesos que llevar a cabo para dar por concluida la ejecución y construcción del puente.

El desmantelamiento de las instalaciones de obra provisionales se realizará una vez dada por concluida la construcción del puente.

Se realizará una prueba de carga tras la cual el puente podrá ser abierto al público.

Durante todo el proceso constructivo se llevará a cabo las tareas correspondientes al control de calidad, gestión de residuos, gestión del proyecto y seguridad y salud.

El procedimiento de construcción descrito corresponde al tenido en cuenta para la concepción y cálculo de los distintos elementos del puente, y, por tanto, se recomienda la ejecución de acuerdo a lo desarrollado en este, con las posibles modificaciones que puedan darse en el desarrollo de un posterior proyecto constructivo.

El desarrollo detallado de las distintas operaciones a llevar a cabo para el tiempo entre hormigonado de los diversos elementos estructurales además del tiempo para la adquisición de las resistencias suficientes es objeto de un estudio con mayor exhaustividad propio del proyecto construcción del puente.

10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución de la obra lo hemos dividido en 6 partidas diferentes tanto para los puentes metálicos tubulares como para el de madera. Estas están dispuestas según el orden de ejecución y son: Operaciones previas, movimiento de tierras, cimentación, superestructura, equipamientos y prueba de carga.

El plazo total de ejecución se comprende en un plazo de 4 meses y medio. El diagrama de Gantt se encuentra en el anejo nº10 "PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA".

11. EQUIPAMIENTOS

El análisis detallado de los cálculos de los caudales, número de imbornales y sus dimensiones, así como una explicación más exhaustiva de la iluminación, las barandillas, las aceras y bordillos se encuentra en el anejo nº 9 "DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS".

Pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares

- Drenaje: se opta por una pendiente transversal del 1% en un sentido para una correcta evacuación, ya que al tratarse de un tablero de madera no se necesitan elementos de drenaje porque se evacua ella sola con la pendiente.

- Iluminación: las luminarias elegidas pertenecen a la casa TRILUX y son del tipo VIATANA-AB7R-LRA-9100-740-2G1S-ET. Para su diseño al tratarse de la familia de luminarias con mástil tienen el mismo alcance que las dispuestas en el puente metálico compuesto por dos celosías laterales exteriores, por eso se colocan frente a frente en cada lado del tablero. Por tanto, se instalarán un total de 14 luminarias, 7 en cada lado del tablero.



Fig. 8 Diseño de las luminarias

-Barandilla: se presenta una barandilla de diseño propio de 1,15 metros de altura y 2 metros de separación entre montantes.



Fig. 9 Diseño de las barandillas

- Pavimento: se utilizará un tablero prefabricado de madera aserrada de pino silvestre C24 de 5000x4000x100 mm. Cada losa prefabricada de madera se encuentra embebida en un marco perimetral formado por angulares inoxidables.

Pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores

- Drenaje: el sistema de drenaje está formado por una línea de imbornales situadas en el centro del tablero, de forma que se recoja el agua de la totalidad del tablero. Según la Instrucción 5.2-IC Drenaje del Ministerio de Fomento, determinamos que el número necesario de imbornales es 24 separados entre sí 2,25 metros y con las siguientes dimensiones:

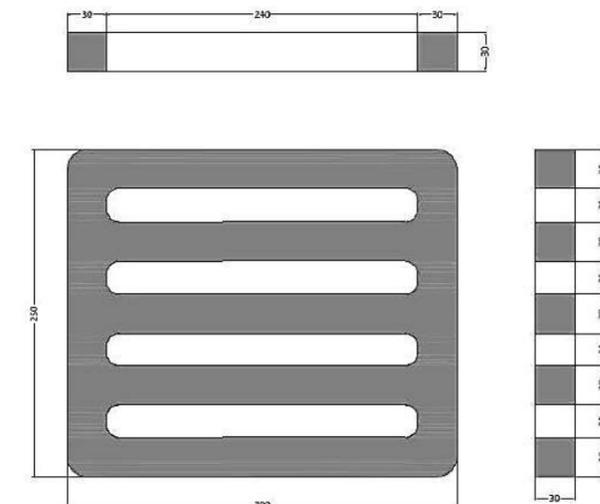


Fig. 10 Dimensiones imbornal

- Iluminación: las luminarias elegidas pertenecen a la casa TRILUX y son del tipo LUMEGA 700:9711SG-AB7L. Para su diseño nos hemos apoyado en el software DiaLUX y se colocan frente a frente en cada lado del tablero. Se colocan sobre mastiles de 3 metros, cada 7,5 metros. Por tanto se instalará un total de 14 luminarias, 7 en cada lado del tablero.



Fig. 11 Diseño de las luminarias

- Barandillas: parte de la estructura resistente actúa como barandilla y por tanto como elemento de seguridad. Así conseguimos una geometría robusta y sencilla y el usuario tiene esa necesidad de seguridad necesaria para pasos superiores.

- Aceras y bordillo: se ejecutará una acera maciza de hormigón en masa de dos metros y medio de ancho en el extremo izquierdo del tablero, con canto variable para proporcionar una pendiente del 2% hacia los imbornales. El bordillo se dispondrá en la cara interior de la acera para ocultar las imperfecciones en el acabado de esta

- Pavimento: el pavimento escogido está conformado por bloques de hormigón prefabricado de color arena.

Pasarela de madera

- Drenaje: dado que el pavimento está formado por listones de madera entre los cuales existe una pequeña separación, el agua puede ser evacuada en toda la longitud del puente.

- Iluminación: Para darle un carácter estético se pretende iluminar el arco en toda su longitud con unos focos sacados del catálogo de la marca Schröder.

Para el alumbrado de la vía peatonal se decide escoger un tipo de luminaria de orientación para el tablero cuyo modelo es el ERCO 33774000. Dichas luminarias se encuentran empotradas al suelo, en los listones de madera del piso cada 1,5 metros, en ambos márgenes de la pasarela.



Fig. 13 Alumbrado arco



Fig. 12 Alumbrado vía peatonal

- Barandilla: se presenta la misma barandilla que en el puente metálico compuesto de dos celosías espaciales triangulares. En este caso se mantiene la altura de esta en 1,15 metros, pero la separación de los montantes se amplía a 2,5 metros.

- Pavimento: se utilizan listones de madera aserrada de Pinus sylvestris C24, de dimensiones 4480x125 mm y 80 mm de espesor

12. ASPECTOS ECONÓMICOS

En el anejo nº7 "VALORACIÓN ECONÓMICA" de cada una de las soluciones encontramos los listados de las diferentes unidades de obra, así como el precio que le corresponde a cada una de ellas teniendo en cuenta los precios de los jornales, materiales y maquinaria según el Instituto Valenciano de la Edificación.

Pasarela metálica compuesta por dos celosías espaciales triangulares

De la valoración económica se desprende que el Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de 339.841,10 euros y el Presupuesto de Licitación a la cantidad de 501.673,44 euros.

Pasarela metálica compuesta por dos celosías laterales exteriores

De la valoración económica se desprende que el Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de 412.444,33 euros y el Presupuesto de Licitación a la cantidad de 608.850,33 euros.

Pasarela de madera

De la valoración económica se desprende que el Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de 339.250,48 euros y el Presupuesto de Licitación a la cantidad de 500.801,56 euros.

13. CONCLUSIONES

En el presente documento se ha procedido a la definición de la Pasarela peatonal sobre la desembocadura del río Cérvol en Vinarós, Castellón después de realizar un análisis multicriterio entre tres soluciones distintas.

El proyecto básico se ha realizado con la suficiente información para describir y valorar la obra de manera aproximada, y con ello, poder empezar los trámites administrativos necesarios para la posterior redacción de un proyecto definitivo.

14. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- DOCUMENTO Nº1 MEMORIA Y ANEJOS DE CONJUNTO

MEMORIA

ANEJO Nº1: DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

ANEJO Nº2: TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº3: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEJO Nº4: ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

ANEJO Nº5: ESTUDIO HIDRÁULICO

ANEJO Nº6: ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

ANEJO Nº7: ESTUDIO DE SOLUCIONES

- DOCUMENTO Nº2 PLANOS DE CONJUNTO

1. SITUACIÓN

2. EMPLAZAMIENTO Y ENTORNO

3. CORTE GEOLÓGICO

4. CIMENTACIÓN

5. ESTRIBOS

5.1 GEOMETRÍA ESTRIBOS

5.2 SECCIÓN ESTRIBOS

5.3 ARMADOS ESTRIBOS

- DOCUMENTO Nº 3 ANEJOS SOLUCIÓN 1

ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS

ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº4 PLANOS SOLUCIÓN 1

6. PLANTA ALZADO Y VISIÓN ISOMÉTRICA

7. VISIÓN 3D

8. EQUIPAMIENTOS

- DOCUMENTO Nº 5 ANEJOS SOLUCIÓN 2

ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS

ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº6 PLANOS SOLUCIÓN 2

6. PLANTA ALZADO Y VISIÓN ISOMÉTRICA

7. VISIÓN 3D

8. DEFINICIÓN GENERAL DE LA SECCIÓN

9 EQUIPAMIENTOS

9.1 EQUIPAMIENTOS 1

9.2 EQUIPAMIENTOS 2

9.3 EQUIPAMIENTOS 3

- DOCUMENTO Nº 7 ANEJOS SOLUCIÓN 3

ANEJO Nº8: ANÁLISIS ESTRUCTURAL

ANEJO Nº9: DISEÑO DE LOS EQUIPAMIENTOS

ANEJO Nº10: PROCESO CONSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ANEJO Nº11: VALORACIÓN ECONÓMICA

- DOCUMENTO Nº8 PLANOS SOLUCIÓN

6. ALZADOS

7. VISIÓN 3D

7.1 VISIÓN 3D (VISTAS)

7.2 VISIÓN 3D (ESTRUCTURA GLOBAL)

7.3 VISIÓN 3D (ESTRUCTURAL GLOBAL)

8. DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES

8.1 DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES 1

8.2 DETALLES DEL TABLERO Y VIGAS SUPERIORES 2

9. EQUIPAMIENTOS

10. UNIONES

10.1 UNIÓN VIGAS PRINCIPALES DEL TABLERO

10.2 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL ESTRIBO

10.3 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL EXTREMO DE LA VIGA DEL
TABLERO

10.4 UNIÓN CHAPA METÁLICA EN EL EXTREMO DE LA VIGA
SUPERIOR

10.5 UNIÓN CLAVE EN LAS VIGAS SUPERIORES