

Pasarela mixta sobre autovía M-503 en Pozuelo de Alarcón (Madrid).

Composite footbridge over M-503 highway in Pozuelo de Alarcón (Madrid).

Ramón Sánchez de León ^a, Alberto Herrera Gómez ^b y Francisco Sánchez de León.^c

^aIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. ESTUDIO AIA. Director Dpto. Obra Civil. rsanchezdeleon@estudioaia.com

^bIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. ESTUDIO AIA. Departamento de Estructuras. aherrera@estudioaia.com

^cIngeniero de Caminos, Canales y Puertos. ESTUDIO AIA. Director Dpto. Edificación. fsanchezdeleon@estudioaia.com

RESUMEN

El objeto de la pasarela es dar continuidad peatonal y ciclista a la Avenida de Pablo VI, en su cruce sobre la autovía M-503 en Pozuelo de Alarcón (Madrid). Esto se resuelve con una pasarela constituida por una viga biapoyada de canto variable con una longitud de 66,00 mts en vano único. El tablero se compone de una viga cajón metálica con una losa superior de hormigón, conformando una sección estructural mixta. Debido a su importante luz para un vano biapoyado se ha realizado un exhaustivo cálculo de aceleraciones producidas por peatones en la pasarela siguiendo el anexo de Reino Unido al Eurocódigo 0, verificando el grado de confort de la estructura.

ABSTRACT

The purpose of the footbridge is to give pedestrian and cycling continuity to Avenida de Pablo VI, at its crossing over the M-503 motorway in Pozuelo de Alarcón (Madrid). This is solved with a beam of variable depth with a length of 66.00 meters in a single span. The deck consists of a composite box section with an upper concrete slab. Due to its important span, an exhaustive calculation of accelerations produced by pedestrians on the footbridge has been made following the annex of the United Kingdom to Eurocode 0, verifying the degree of comfort of the structure.

PALABRAS CLAVE: Viga cajón, sección mixta, vibraciones, confort.

KEYWORDS: Box girder, composite section, vibration, comfort.

1. Introducción.

El objeto de la pasarela es dar continuidad peatonal y ciclista a la Avenida de Pablo VI, en su cruce sobre la autovía M-503. La intersección entre la Avda. de Pablo VI y la M-503 está resuelta actualmente mediante un enlace con una glorieta superior sobre la M-503, lo que si bien resuelve muy bien el tráfico rodado, es muy incómoda para el tráfico peatonal y ciclista, ya que obliga a cruzar los ramales propios del enlace

y pasar por unas aceras en las estructuras muy reducidas.

El cruce peatonal actual es además de incómodo, peligroso, ya que la intensidad de tráfico que soporta la vía es bastante elevada.

Para solventar el problema el Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón, decide construir una pasarela peatonal que dé servicio tanto a peatones como a ciclistas y salte tanto la

M-503 como los ramales de acceso del enlace y además generar un carril bici que tenga continuidad desde la parte más urbana de la ciudad al norte a una zona más rústica en el sur. Esto conlleva el diseño de una pasarela al este del enlace actual.

Según las prescripciones del Excmo. Ayuntamiento la pasarela tiene que tener un ancho entre 3,00 y 4,00 metros y el carril bici (fuera de la zona de la pasarela), tendrá una anchura de 3,00 m para ciclistas y 2,00 m para los peatones.

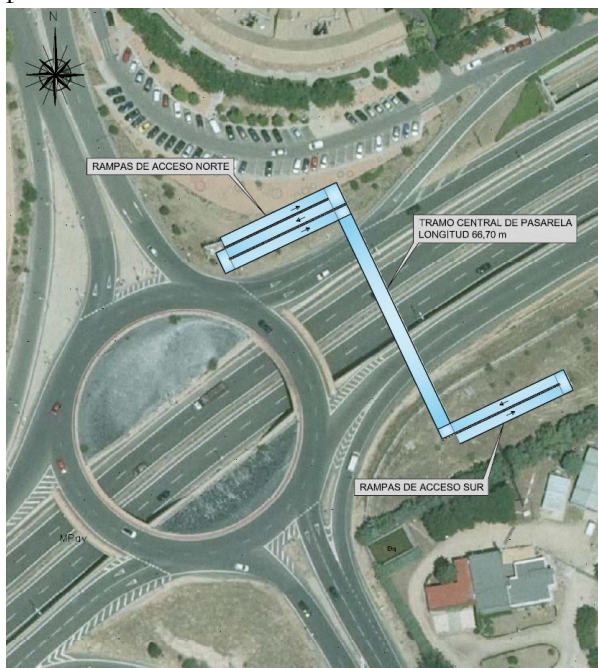


Figura 1 Planta de ubicación de la pasarela en el enlace en la M-503

2. Condicionantes del proyecto.

Existen varios condicionantes a considerar dentro del proyecto de la pasarela y que vamos a enumerar a continuación y que definen las líneas maestras para la elección de la tipología.

En primer lugar, está la luz mínima que se sitúa en el entorno de los 65,00 m por la imposibilidad de disponer pilas intermedias al no existir espacio físico entre los carriles de la M-503 y los de los enlaces, ya que la M-503 está enterrada para su paso por debajo de la glorieta elevada y los carriles de acceso al enlace están adosados a la pantalla del soterramiento. El

gálibo de la pasarela sobre los ramales del enlace debe ser de 5,50 metros libres.

El desembarco de la pasarela en la parte norte y sur, son diferentes, ya que mientras la cota del terreno en la zona norte es de 702 m, la cota en la parte sur es de 704 m, por lo que existe un desnivel de 2,00 m.

Además en la parte norte el ramal del enlace está a cota del terreno actual, por lo que obliga a pasar sobre el con un gálibo de 5,50 para posteriormente descender mediante las rampas de acceso a la cota del terreno.

En la margen sur, la cota del terreno es más elevada (704), pero el carril de acceso a la M-503 está deprimido (cota 701,50) respecto del terreno natural, por lo que no es necesario elevar la rasante de la pasarela tanto como en el estribo norte. De esta forma la pasarela tiene la misma cota de desembarque en ambos estribos, que viene condicionada por el estribo norte y que será la 708.

En la margen norte se encuentra soterrada la línea de metro ligero desde Colonia Jardín a Pozuelo de Alarcón, por lo que es necesario diseñar la pasarela para impedir que la cimentación de ésta afecte a las pantallas del soterramiento de la línea y pueda generar alguna interferencia estructural no contemplada.

Es necesario considerar el tráfico que existe en la M-503 a la hora de pensar en el procedimiento constructivo de la pasarela, ya que es una vía con una altísima IMD y cualquier afección al tráfico rodado en la construcción puede ocasionar grandes trastornos.

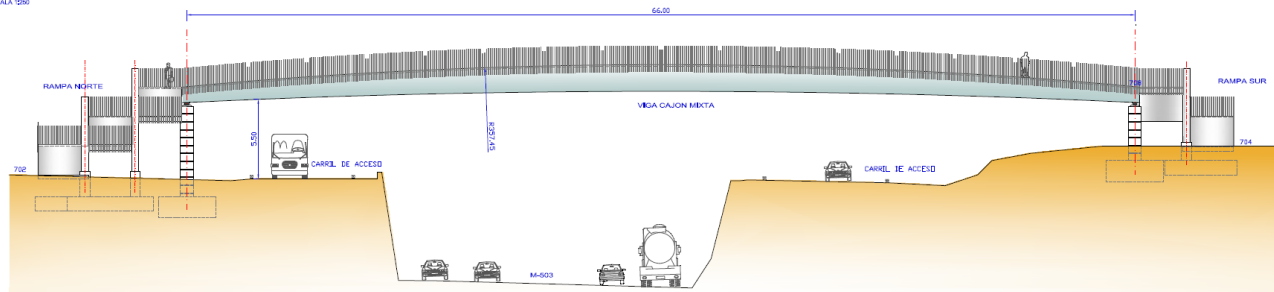
Respecto a los servicios afectados, no se han detectado muchos servicios, ya que estos fueron restituidos cuando se hizo la obra de soterramiento de la M-503, en los que se restituyó el gas, agua y conducciones eléctricas, derivándose al lado oeste del enlace. Únicamente un panel de señalización para el tráfico que se encuentra en el cuadrante noreste de la glorieta y que actualmente está en desuso.

También se ha detectado una conducción eléctrica enterrada en la zona sur,

que estará afectada por la rampa de subida a la pasarela.

En lo referente al terreno de cimentación, y según el estudio geológico y geotécnico del proyecto de soterramiento de la

ALZADO DE LA PASARELA.
ESCALA 1:200



Se ha tenido muy en cuenta en el diseño de la pasarela, la componente estética de la misma atendiendo a las pretensiones de la Propiedad, buscando un compromiso entre la estética y el coste de la pasarela.

3. Descripción de la pasarela.

La pasarela se resuelve mediante una viga biapoyada de canto variable sobre la M-503 a la que se accede por unas rampas laterales paralelas a la autovía, se proyecta con una longitud de 66,00 mts en vano único. El tablero se compone de una viga cajón metálica con una losa superior de hormigón armado, conformando una sección estructural mixta hormigón-acero.

El tablero tiene un canto variable desde 1,10 metros en los estribos hasta 1,85 m en el centro de la viga y una geometría curva en alzado para darle mayor expresividad, sin superar en ningún momento la pendiente límite por accesibilidad del 6%. Para ello, la cara inferior del tablero viene definido por un radio de 701,56 m y la cara superior por un radio de 357,45 m; con el mismo centro; lo que genera una suave variación de canto de la viga. Esta variación de canto se genera hacia arriba en la estructura, lo que da una apariencia más agradable de la misma. La pasarela es muy esbelta con una relación

línea de metro, el material existente se corresponde con la típica arena de miga de las facies de Madrid, con una buena capacidad portante para cargas verticales en cimentación directa.

canto/luz de 1/36 en el centro del vano. La anchura útil es de 4,00 m acotada entre las barandillas, que se divide en 2,00 m para ciclistas y 2,00 m para peatones. El gálibo mínimo de la pasarela sobre los carriles del enlace es de 5,50 mts y de 14,00 m sobre la M-503 soterrada. Siendo el carril de acceso a la glorieta desde la M-503 el que condiciona la cota de la estructura.

A la pasarela se accede por rampas en las que no se supera el 6% de pendiente por requisitos de accesibilidad, lo que ha condicionado mucho el desarrollo de las mismas. La rampa de acceso norte tiene que ganar altura desde la cota 702,00 del terreno natural hasta la cota 708,00 de embarque en la pasarela; por ello precisa tres tramos de 33,00 m de longitud con descansillos horizontales intermedios.

La rampa de acceso sur gana altura desde la cota 704,00 del terreno hasta la 708,00 de embarque, resolviéndose con dos tramos de rampa de 33,00 m de longitud. Esta diferencia de cota hace que la pasarela no sea simétrica.

Veamos a continuación cada uno de los elementos que constituyen la pasarela, para su mejor comprensión:

3.1. Tablero.

El tablero es una sección cajón rectangular metálica de canto variable hacia el centro, abierta en su parte superior sobre la que se dispone una

losa de hormigón armado, cerrando la sección mixta.

El ala inferior mantiene una anchura constante de 4000 mm, con unos espesores de #15 en las proximidades del estribo hasta #30

en el centro del puente. Se disponen dos rigidizadores longitudinales en bulbo cerrado, si bien la chapa inferior está siempre traccionada, aunque con tensiones tangenciales por el torsor y rasante.

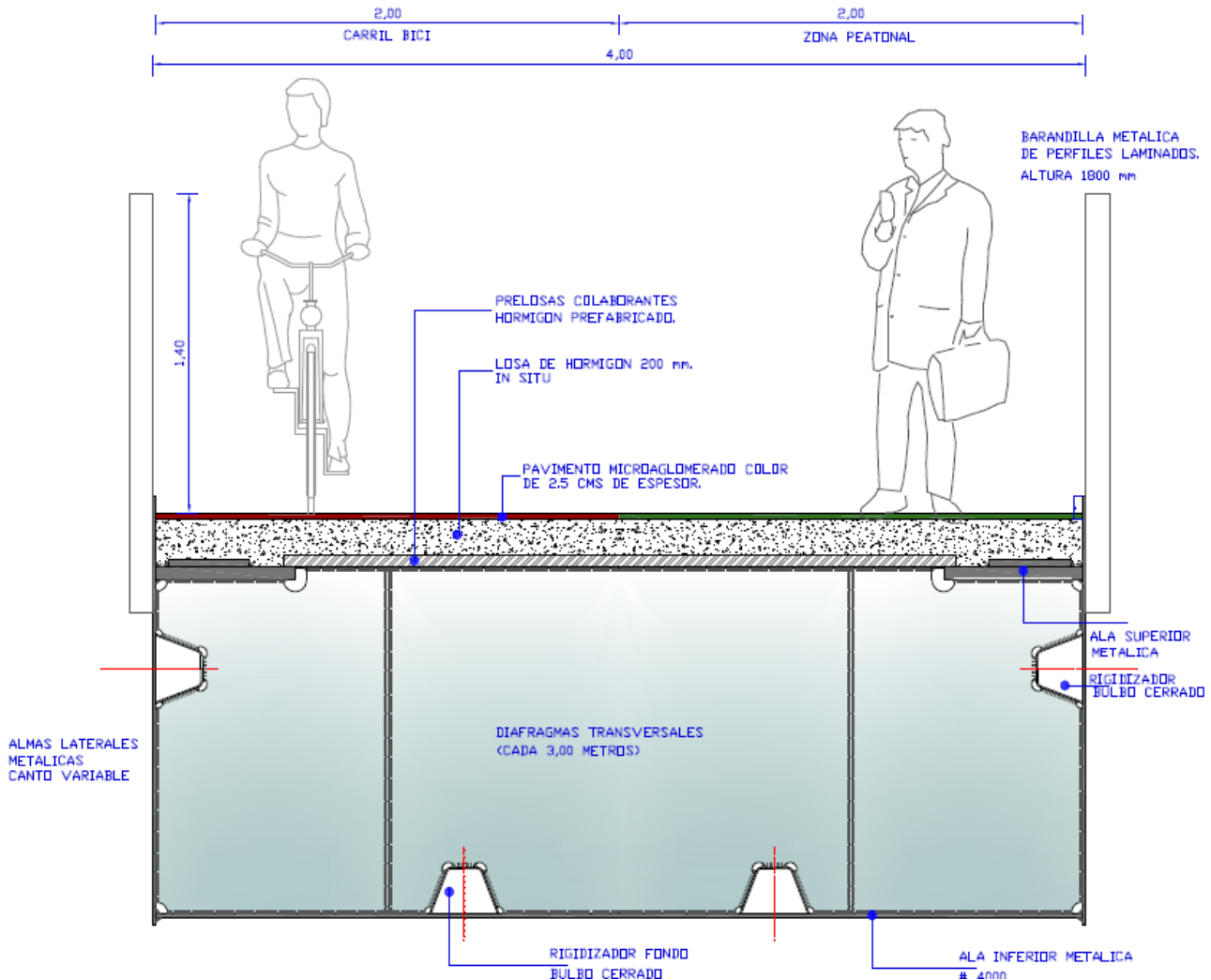


Figura 3 Sección transversal de la pasarela.

Se dispone un rigidizador longitudinal en bulbo cerrado a una distancia constante del ala superior, mejorando considerablemente la resistencia a cortante de las almas y acotando el panel comprimido superior del alma.

La parte superior del cajón metálico está abierto y dispone de dos alas superiores, resueltas con una #600.60 en el centro del vano y #600.40 en la zona de apoyos. Además es necesario un refuerzo en la zona del centro de vano con #350.35.

Hay que considerar que para la construcción de la pasarela no se pondrá ningún apeo intermedio (estaría en la mediana de la M-503, deprimida 14,00 m y con mucho tráfico), esto hace que todo el peso de la estructura metálica y de la losa de hormigón genere una flexión importante sobre el cajón metálico, antes

de que la losa superior de hormigón colabore en la resistencia de la sección mixta; lo cual explica lo potente de las alas superiores.

Arriostrando transversalmente estas alas superiores se proyecta una triangulación en cruz entre diafragmas, realizada con perfiles laminados angulares que varían desde L120.16 hasta L120.12 y que tienen como misión evitar el pandeo lateral de las alas comprimidas durante el montaje de la viga metálica y posterior hormigonado de la losa. Además cierran el circuito de torsión durante la construcción ante eventuales excentricidades.

Cada tres metros se dispone de un diafragma cerrado con una #12 para rigidizar transversalmente la sección y evitar la distorsión de la misma, que cumple con los requisitos de rigidez y resistencia prescritos por la RPX-95. El diafragma se remata con una ala superior transversal de #200.12 que está conectada a la losa mediante pernos d16 cada 300 mm.

En los apoyos se dispone de un mamparo transversal de chapa ciega de 20 mm de espesor, con rigidizadores verticales sobre los apoyos de neopreno, el ala superior del mamparo está conectado a la losa mediante 2 filas de pernos d19/250 mm. En los apoyos se dispone una basa metálica de 400x500 y de espesor variable desde 41 a 59 mm. El mamparo está rigidizado transversalmente con chapas #140.15.

La conexión del cajón metálico con la losa de hormigón se resuelve con pernos conectadores 2d19/150 mm en los primeros metros de la viga y 2 d16mm/300 en el resto del tramo. La conexión es mayor al principio para coger los esfuerzos de cortante y los efectos térmicos y de retracción generados en la unión acero-hormigón. El acero de los pernos conectadores es ST-37-3K, con una tensión de rotura de 450 N/mm² y un límite elástico de 350 N/mm².

Para el cajón metálico el acero utilizado en las chapas es S-355-J2G3 de 355 N/mm² de límite elástico y 510 N/mm² de tensión de rotura

y acero S-275-JR para los perfiles laminados del arriostramiento.

Sobre el cajón metálico se dispondrán unas prelosas colaborantes de hormigón prefabricado de 2900 x 3100 mm con un canto de 50 mm, con la superficie superior rayada para garantizar la unión con el hormigonado posterior. Estas prelosas están armadas y son colaborantes en la resistencia de la sección mixta.

Las prelosas se construirán en taller de prefabricación con un hormigón HA-40. Sobre las prelosas se hormigonará la losa in situ con un hormigón de 35 Mpa, armado longitudinal y transversalmente y que cerrará la sección mixta. El canto de la losa, incluido la prelosa, es de 200 mm.

3.2. Protección contra la corrosión.

Todo el puente está pintado en color blanco. La protección del acero frente a la corrosión está garantizada mediante pintado, previo a un chorreado, tanto interior como exterior, de grado S21/2 de la Norma Sueca con rugosidad de 30 a 50 micras y rugosidad media ponderada 8 a 10 micras. Después las capas de pintura serán diferentes si es dentro del cajón o de la parte exterior.

3.2.1. Protección exterior del cajón.

La protección exterior queda garantizada mediante 3 capas de pintura. Capa de imprimación con una capa de pintura epoxi/amida fosfato de zinc de 70 micras de espesor en capa seca, por encima de las crestas.

Capa intermedia con una capa de pintura epoxi-poliamida multifuncional con óxido de hierro micáceo con un espesor de capa seca de 100 micras y finalmente la capa de acabado que será una capa de esmalte de poliuretano alifático, según el tipo V de la Norma DDPC-P5-Guide 17, en color blanco y espesor de capa seca de 50 micras. Debe ser repintable en cualquier momento.

3.2.2. Protección interior del cajón.

La protección interior queda garantizada mediante 2 capas de pintura. Capa de imprimación con una capa de pintura epoxi-fosfato de cinc, de 50 micras de espesor en capa seca, por encima de las crestas con un intervalo de repintado ilimitado y capa de acabado de epoxi aluminio laminar de 125 micras de espesor de capa seca, por encima de las crestas.

3.3. Pilas y cimentación de la pasarela.

La pasarela se apoya sobre unas pilas de hormigón armado blanco de forma trapezoidal, con un espesor constante de 90 cms y una anchura variable desde 4,30 a 2,76 m en la pila norte y de 4,30 a 3,38 m en la pila sur. La altura de las pilas sobre la cara superior de cimentación es de 6,26 m en la pila norte y de 3,76 m en la sur. Las pilas disponen de unos berenjenos cada 50 cms, con un canto de 5 cms y un grosor de 2 cms, para mejorar la estética de las pilas. El hormigón de las pilas es de 35 Mpa de resistencia.

Ambas pilas están cimentadas sobre zapatas armadas de 4,00 x 5,00 m y un canto de 1,50, apoyadas sobre 10 cms de hormigón de limpieza. La tensión admisible considerada del terreno es de 2,00 kg/cm², admitiendo 2,50 kg/cm² en servicio para las tensiones en punta.

3.4. Rampas de acceso.

Se han proyectado dos rampas para el acceso peatonal de una anchura libre de 3,00 metros. La rampa norte con tres tramos de subida de 33,00 m cada uno al 6% y la rampa sur con dos tramos de 33,00 m y con la misma pendiente. Entre los tramos se han dispuesto descansillos horizontales para cumplir con la normativa de accesibilidad.

Las rampas están formadas por una losa de hormigón armado blanco de 30 cms de canto, acotadas entre dos chapas laterales de 350 mm que sirven de encofrado lateral. La losa se apoya

tangencialmente sobre unos pilares metálicos cada metro. Este apoyo está materializado mediante unas ménsulas metálicas empotradas en los pilares y embebidas en el hormigón. Las ménsulas son de sección rectangular y de 20 cms de canto para dejar paso libre al hormigón entre el encofrado y la cara inferior de la ménsula. Estas ménsulas huecas se rellenan con mortero de retracción compensada.

Los pilares metálicos son piezas armadas de 500x300 mm, con espesor de 8 mm de pared, pintados en blanco con las mismas prescripciones de protección que la pasarela y de acero S355J2G3. La unión entre pilares metálicos y ménsulas se materializa mediante un nudo rigidizado, que varía su cota en cada uno de los pilares.

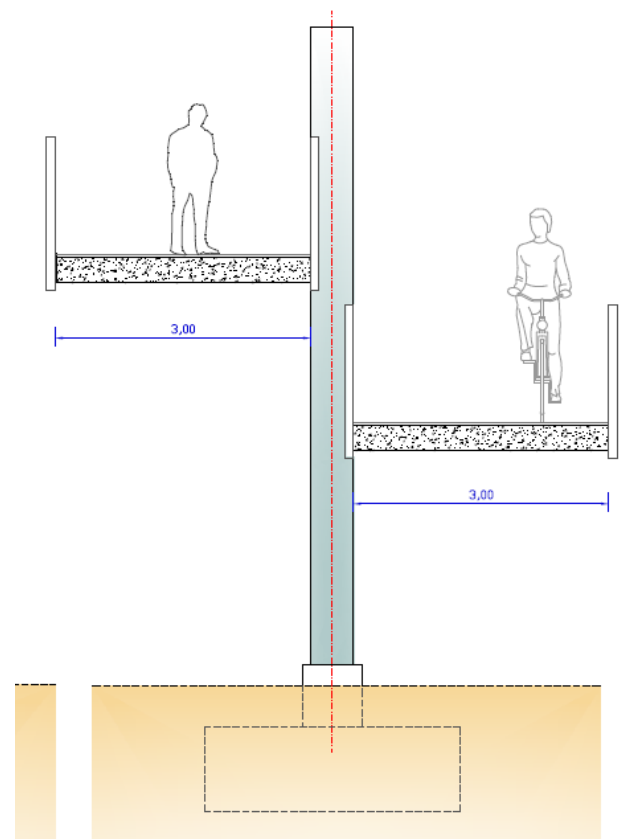


Figura 4 Sección transversal por las rampas de acceso.

Existe un total de 38 pilares en la rampa sur y de 62 pilares en la rampa norte. El murete de unión entre los pilares y la cimentación se realizará en hormigón blanco.

La cimentación de la rampa norte se resuelve mediante cimentación directa en zapata corrida con un canto de 1,00 m y de unas dimensiones

de 41,00 m de longitud y una anchura de 6,00 m. La rampa sur, también está ejecutada en cimentación directa con 1,00 m de canto y una anchura de 3,00 m, excepto en el arranque de la rampa que es de 5,00 m. El hormigón de la cimentación es un HA-30.

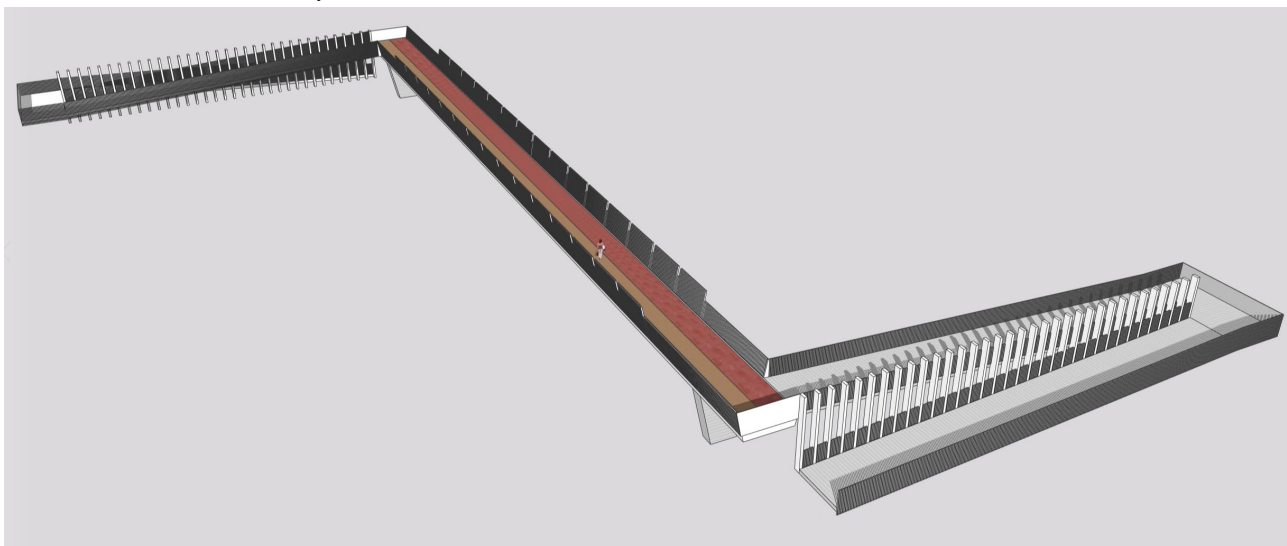


Figura 5 Fotomontaje de la pasarela con rampas laterales de acceso.

3.5. Apoyos.

Los apoyos de la pasarela en las pila se resuelven mediante apoyos de neopreno convencionales de tipo zunchados rectangulares de 300x400x118 mm de dimensiones exteriores, compuestos por 10 capas elastoméricas con 80 mm de elastómero interno, 11 chapas metálicas de 3 mm de espesor cada una.

Los apoyos se sitúan sobre una meseta de nivelación, realizada con mortero de retracción compensada y alta resistencia.

3.6. Pavimento.

El pavimento de la pasarela será de aglomerado asfáltico en caliente de color con estructura cerrada tipo microaglomerado (arena-betún) de 2,5 cm. de espesor y con el color rojo en la zona

correspondiente a tráfico de bicicletas (2,00 m) y color verde (2,00 m) en la zona peatonal.

3.7. Barandilla.

La barandilla, tanto de la pasarela como de las rampas de acceso, se diseña a base de perfiles tubulares de 100.40.2 mm, separados a ejes 140 mm, de tal forma que el espacio libre entre perfiles es de 100 mm, tal y como recoge el CTE para garantizar las condiciones de seguridad. La altura de los perfiles es de 1,80 metros, pero sobre el pavimento de la pasarela la altura real es de 1,40 m.

Esta altura, aunque puede parecer un poco alta, es el recomendado para pasarelas en vías de ciclistas, ya que el centro de gravedad del ciclista está más alto que el de un peatón y además no cierra la visual al peatón que circula por la pasarela.

Cada 3,50 metros, dos perfiles tubulares tienen una longitud de 1,50 m en lugar de 1,80 m, como un elemento de divertimento formal dentro de la pasarela. Rampas y pasarela, al tener

la misma barandilla se entiende como un único elemento. La barandilla se dispone en el mismo color blanco del resto del puente.

3.8. Proceso constructivo.

El procedimiento constructivo se ha pensado para afectar mínimamente al tráfico rodado de la M-503 y Avda. de Pablo VI, lo que conlleva la ausencia de apoyos provisionales durante la construcción de la pasarela.

Las fases de construcción pueden estructurarse de la siguiente manera:

Fase 1: Construcción de cimentaciones de rampas y pasarela, así como de las pilas de apoyo de las pasarelas. En paralelo se estará construyendo en taller los tramos metálicos de la sección cajón de la pasarela, según las prescripciones del proyecto y con las contraflechas prescritas. Previamente habrán sido aprobados los planos de taller por la Dirección de las Obras.

Fase 2: Colocación de los pilares en las rampas de acceso y las ménsulas metálicas. En paralelo se estará montando por tramos el cajón metálico de la pasarela en una playa de trabajo situada en la zona de la rampa sur acondicionada al efecto y paralela a la M-503. La pasarela podrá venir en 2 tramos desde el taller con la sección de 4,00 m de ancho completa y estos tramos se soldarán en obra con soldaduras transversales inspeccionadas al 100% por ultrasonidos. Para el transporte se requerirá la autorización como transporte especial, al tener una anchura mayor de 2,50 m y un peso por tramo de 65 toneladas.

Fase 3: Terminado el cajón metálico en la playa de montaje, se colocará mediante dos grúas en la posición definitiva de la estructura, con un peso de 125 tns. En esta fase se controlarán las flechas en el montaje de la estructura. El montaje se realizará en horario nocturno para minimizar la afección al tráfico y los riesgos inherentes al montaje. Así como para posicionar las grúas en la posición más favorable. El tráfico será necesario cortarlo durante el montaje de la pasarela.

Fase 4: Colocación de las prelosas prefabricadas sobre el cajón metálico, ferrallado y hormigonado de la losa. El hormigonado de la losa se realizará en dos fases, la primera del tercio central y cuando haya adquirido un 75% de la resistencia, se hormigonará los tercios laterales, para minimizar los riesgos de pandeo lateral. Control de la deformada de la viga tras el hormigonado, calibrando así el modelo para la prueba de carga. El hormigonado se realizará en horario nocturno y sin tráfico para minimizar los riesgos sobre el tráfico.

Fase 5: En paralelo pueden ferrallarse y hormigonarse las losas de las rampas, para lo cual previamente se colocará la cimbra cuajada y el fenólico del encofrado.

Fase 6: Colocación de la carga muerta y barandillas.

Fase 7: Pruebas de carga estática y dinámica.

4. Estudio dinámico.

Se realiza un exhaustivo cálculo de aceleraciones producidas por peatones en la pasarela peatonal y ciclista, al ser un vano único con una luz de 66 metros y simplemente apoyada.

Para la realización del cálculo se sigue el anexo de Reino Unido al Eurocódigo 0 que trata el tema ampliamente de vibraciones en pasarelas peatonales.

4.1. Modos de vibración.

La obtención de las frecuencias naturales de los modos de vibración propios de la pasarela es el primer paso para la obtención de las aceleraciones producidas por los peatones.

El primer modo de vibración de la estructura tiene una frecuencia de 1.01 Hz. y se corresponde con el modo de flexión vertical simétrica.

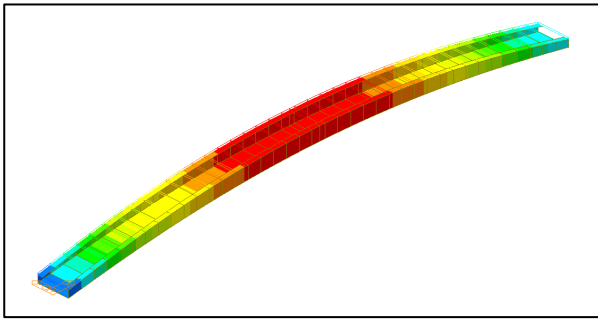


Figura 6 Primer modo de vibración. Flexión vertical simétrica.

El tercer modo de vibración de la estructura tiene una frecuencia de 3.63 Hz, que se corresponde con el modo de flexión vertical asimétrica.

Solamente se han estudiado los tres primeros modos de vibración pues el cuarto modo de vibración de la pasarela se trata de un modo de flexión vertical con una frecuencia de 7.8 Hz superior al límite de frecuencias críticas establecidas en normativas y que son frecuencias raramente alcanzadas por los peatones al caminar o correr.

4.2. Hipótesis estudiadas.

Se estudian cinco hipótesis de afección de los peatones en la pasarela, para comprobar en cada uno de los casos la respuesta dinámica; que son:

- 8 peatones caminando.
- 40 peatones caminando.
- 2 peatones corriendo.
- 10 peatones corriendo.
- Multitud cruzando, considerando una densidad peatonal de 0,80 personas/m².

En cada uno de los casos se obtiene las aceleraciones producidas, mediante una gráfica aceleración-tiempo.

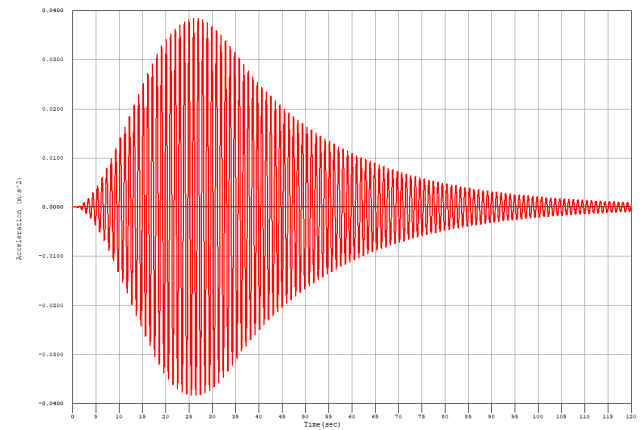


Figura 7 Gráfico de aceleración-tiempo para 8 personas caminando.

$$F = F_0 \cdot k(f_v) \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot (N - 1)} \cdot \sin(2\pi f_v t) \quad (1)$$

Siendo:

$F_0 = 280$ N andando y $F_0 = 910$ N corriendo.

$k(f_v)$.- Factor de reducción según la frecuencia propia de vibración de la estructura.

N .- Número de personas cruzando simultáneamente la pasarela.

f_v .- Frecuencia en estudio en Hz.

g .- Factor de reducción que considera la desincronización entre peatones.

4.3. Resumen y grado de confort.

Las aceleraciones máximas alcanzadas en la pasarela para cada caso de estudio son las mostradas en la siguiente tabla:

Hipótesis	Primer modo de flexión vertical 1.01 Hz	Segundo modo de flexión vertical 3.6 Hz
8 Peatones caminando	0.04 m/s ²	0.1 m/s ²
40 Peatones caminando	-	0.21 m/s ²
2 Peatones corriendo	-	0.04 m/s ²
10 Peatones corriendo	-	0.08 m/s ²
Multitud cruzando	0.01 m/s ²	0.005 m/s ²

Para el caso de una multitud cruzando se observan que las aceleraciones alcanzadas son bajas debido a que los factores de reducción aplicados en las gráficas son pequeños debido a que se considera que una multitud confiere a la pasarela un mayor amortiguamiento.

En cuanto a peatones caminando y corriendo el caso donde se produce una mayor aceleración 0.1 m/s^2 y 0.21 m/s^2 es el caso de peatones caminando a una frecuencia de 3.6Hz (activan el segundo modo de flexión vertical en un segundo armónico).

El grado de confort alcanzado según la IAP-11 es máximo en todo momento, ya que se encuentra por debajo de los $0,50 \text{ m/s}^2$ para aceleraciones verticales.

En definitiva a pesar de tener una luz considerable para una pasarela biapoyada, el grado de confort para el peatón es elevado, al ser una sección mixta con mayor peso y capacidad de amortiguamiento que una pasarela exclusivamente metálica.

Agradecimientos.

La pasarela es financiada por el Excmo. Ayuntamiento de Pozuelo de Alarcón en Madrid, agradeciendo especialmente a los ingenieros de este ayuntamiento Dña Ana Belén Cebrian y D. Antonio Domingo, el interés en el desarrollo del proyecto.

El proyecto ha sido redactado por ESTUDIO AIA, ARQUITECTOS E INGENIEROS ASOCIADOS, SA.

Referencias

- [1] Eurocódigo 0 Annex 2 United Kingdom.