

Nueva pasarela entre la calle Llobatona y el sector de Ca n'Alemany en Viladecans

New footbridge between Llobatona Street and Ca n'Alemany sector in Viladecans

Manuel Reventós Rovira^a, Jaume Guàrdia Tomàs^b

^a Administrador e ingeniero de caminos, canales y puertos. Ingeniería Reventós, S.L.

^b Jefe departamento de estructuras e ingeniero de caminos, canales y puertos. Ingeniería Reventós, S.L.

RESUMEN

La nueva pasarela de Ca n'Alemany en Viladecans tiene un trazado serpenteante formado por dos acuerdos circulares que se encaja entre las calles existente y permite cruzar sobre el ferrocarril de forma perpendicular. En alzado, el trazado tiene dos pendientes del 6% que se encuentran en el centro de la estructura mediante un acuerdo parabólico. La pasarela tiene 132 m de longitud y una plataforma útil de 3,71 m de ancho, está dividida en 5 vanos de 20 + 24 + 36 + 28 + 24 m. La estructura está formada por dos celosías metálicas tipo Warren situadas por encima de la plataforma, estas están ligeramente inclinadas hacia el exterior para enfatizar el recorrido sinuoso.

ABSTRACT

The new Ca n'Alemany footbridge in Viladecans has a windy path made of two circular layouts that fits between the existing streets and allows the cross over the railroad perpendicularly. The elevation profile has two 6% slopes that meet in the centre of the structure through a parabolic transition. The footbridge is 132 m long and the deck platform is 3.71 m wide, is divided into 5 spans of 20 + 24 + 36 + 28 + 24 m. The structure is formed by two metal Warren trusses placed above the deck, these are slightly inclined outward to emphasize the winding path.

PALABRAS CLAVE: Pasarela, celosía, Warren, acero, urbano, ferrocarril.

KEYWORDS: Footbridge, truss, Warren, steel, urban, railway.

1. Introducción y contexto

El Ayuntamiento de Viladecans y el Institut Català del Sòl (Incasol), a través del consorcio DeltaBCN han impulsado el sector de Ca n'Alemany como un nuevo polígono industrial y comercial. Este está situado entre las vías de ADIF y la autopista C-32.

El sector ocupa unas 55 hectáreas y está en una zona privilegiada dentro del área metropolitana de Barcelona (3.000.000 habitantes). Tiene un acceso directo desde la C-32 y está muy cerca del Aeropuerto del Prat y el

Puerto de Barcelona, además, cuenta con la estación de cercanías de Viladecans (figura 1).

Inicialmente, la intención fue impulsarlo como nodo de tecnología aeroespacial, de hecho, se llamaba Parque Aeroespacial del Llobregat. Pero ha salido adelante gracias a las inversiones de multinacionales como Desigual (*retail*), Neinver (*retail*) y American Axle Manufacturing (automóvil) entre otros.



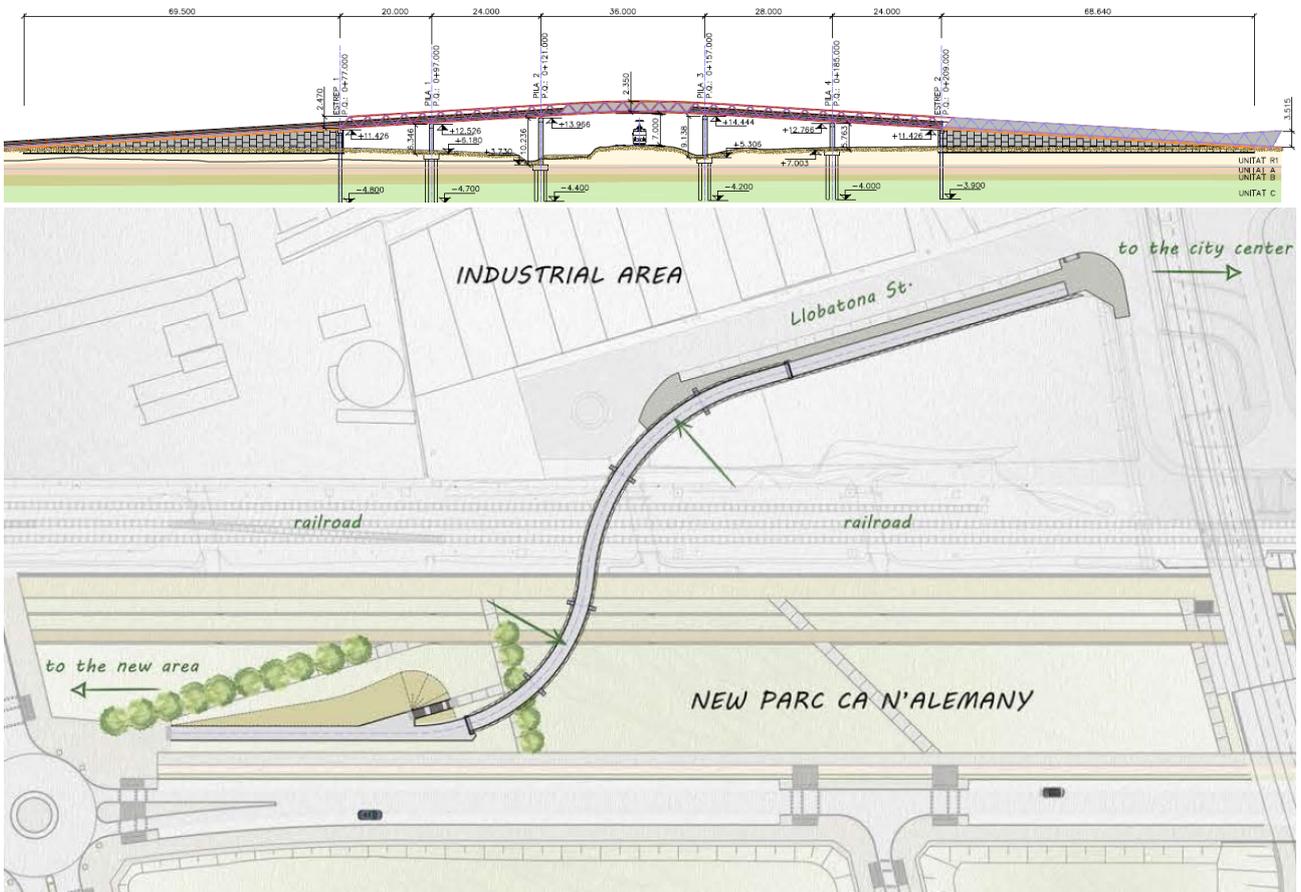
Una parte crítica del conjunto es la mejora de la conexión de peatones y ciclistas. El sector de Ca n'Alemany queda separado del núcleo urbano de Viladecans por las vías de

ferrocarril. Por este motivo se ha proyectado y construido la Nueva Pasarela de Ca n'Alemany.

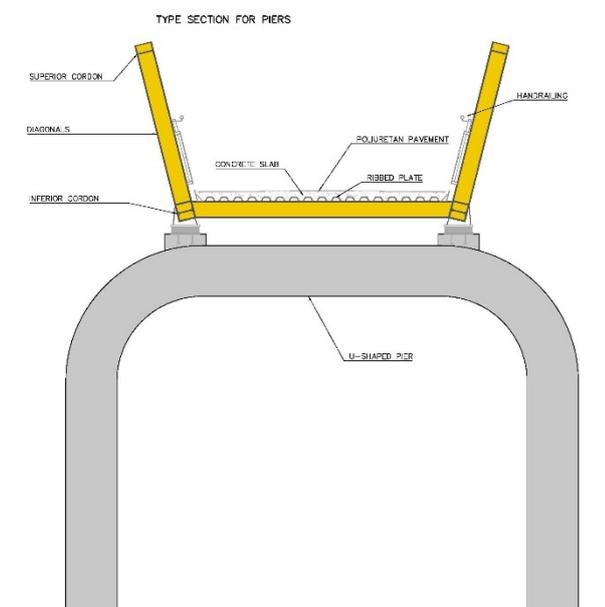
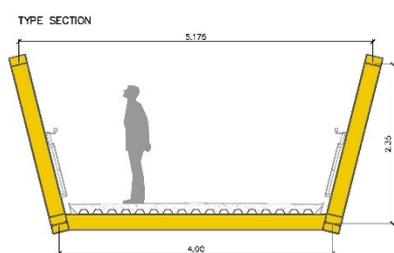
2. Descripción de la pasarela

El trazado del camino que soporta la pasarela está fuertemente condicionado. El gálibo ferroviario (tanto vertical como horizontal) y la pendiente máxima de accesibilidad (máximo 6%) imponen una longitud mínima de unos 130 m (figura 2).

El acceso desde el lado de Viladecans se debe disponer paralelo a la calle de la Llobatona. Esta tiene el espacio justo para ubicar la rampa. La alineación de la calle tiene un ángulo de 17° con las vías de ferrocarril. En el otro lado, la pasarela conecta con el Sector de Ca n'Alemany. En este la alineación de los nuevos viales sigue la dirección del tren. El obstáculo a saltar es un corredor de 30 m en el que hay 3 vías y un camino donde existe una formidable batería de servicios enterrados.



A partir del análisis de los condicionantes se proyecta una planta en “S” que permite seguir las alineaciones principales de los accesos y pasar sobre las vías de la forma más perpendicular posible. El resultado es un trazado serpenteante que será muy agradable al usuario por el cambio constante de su punto de vista sobre el entorno. Además, con esta disposición, el camino pasa suspendido sobre el parque entre el arbolado y la rampa se integra con el parque.



La luz máxima es de 36 m. Situar la rasante del camino lo más baja posible es fundamental para reducir las rampas de acceso. Esto exige disponer la estructura de la pasarela por encima de la rasante. La solución adoptada es la de celosías metálicas laterales con un canto total de 2,66 m. Esta solución, juntamente con el

trazado en planta sinuoso da un resultado volumétricamente atractivo por su contundencia y variedad en los puntos de vista.

Para abrir más el espacio a los usuarios se han inclinado ligeramente las celosías hacia fuera y no se han arriostrado superiormente. El pandeo lateral se resiste mediante la rigidez transversal de las diagonales y las traviesas inferiores que unen las celosías (figura 3).

El canto de la celosía entre los ejes de los cordones superior e inferior es de 2,35 m, y se mantiene constante. La geometría sigue un módulo de 4,00 m de longitud que se proyecta a los planos de la celosía manteniendo la perpendicularidad con el eje.

Las secciones de los cordones y diagonales son secciones metálicas armadas tipo H, de manera que se facilitan las uniones y soldaduras durante la construcción.

Desde el punto de vista del mantenimiento los perfiles se cierran con chapa de pequeño espesor para evitar la acumulación de suciedad, igualmente quedan a la vista la mayor parte de las soldaduras lo que facilita las tareas de inspección.

La solución de las pilas es singular, se ha resuelto con forma de U invertida u horquilla, la referencia visual la podemos obtener también de las puertas del juego del *rocket*. La configuración de pilas, que también giran con el trazado, se adapta al parque sobre el que vuela la pasarela.

3. Proceso de diseño

3.1 Ubicación y planta

El plan inicial contemplaba una pasarela con trazado recto de cruzaba las vías del ferrocarril con esviaje de forma que el salto se debía resolver con una pérgola o con una luz de 70-80 m. Además, tenía otras problemáticas, por un lado no disponía de suficiente longitud para

tener una rampa del 6% e invadía espacios que actualmente forman parte de un centro de reciclaje (figura 4).

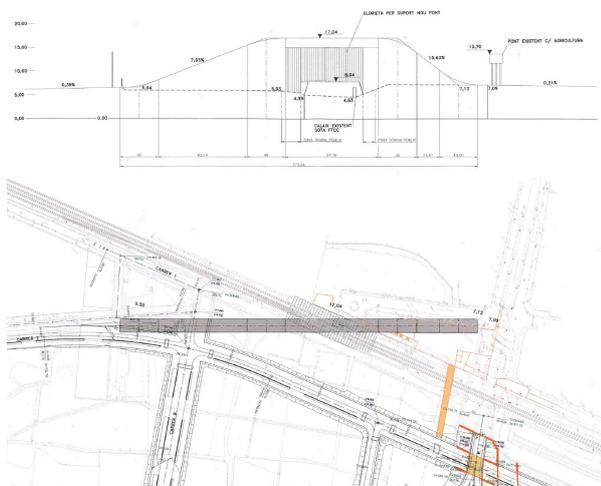


Figura 4. Planta y alzado del plan inicial.

Considerando estas problemáticas, y manteniendo un gálibo mínimo ferroviario de 7 m, se buscó un punto de cruce de la vías más favorable y perpendicular a estas.

Teniendo en cuenta este encaje y que la estructura iría por encima del pavimento se obtuvo la longitud de rampa necesaria manteniendo el 6% de pendiente máxima por cuestiones de accesibilidad.

Las rampas tenían que orientarse favoreciendo los recorridos de los usuarios. Así, en el lado Viladecans de las vías la rampa se

dispuso en la dirección de la calle Llobatona, y en el lado Ca n'Alemany en dirección del nuevo eje viario que va paralelo a las vías y configura una zona verde.

En resumen, el recorrido total tiene 270 m (100 m menos que los inicialmente planteados). Pendiente no superiores al 6%. Una longitud de pasarela de 132 m de 5 vanos con una luz central de 36 m, los mínimos necesarios para saltar las 3 vías ferroviarias y un vial de servicio por el cual pasan varios de servicios.

3.2 Tipología de tablero

Uno de los puntos clave del diseño de la pasarela era mantener la rasante del pavimento lo más bajo posible con el objetivo de no incrementar la longitud de las rampas de acceso.

Con esta premisa se trabajaron diferentes soluciones. En los primeros diseños se estudiaron opciones donde la estructura era en celosía que en iba por debajo del tablero y en el vano principal pasaba por encima. Las alternativas se estudiaron volumétricamente en modelos 3D. Finalmente, las opciones más complejas y singulares se descartaron y se adoptó una solución más simple y clara para resolver la estructura (figura 5).

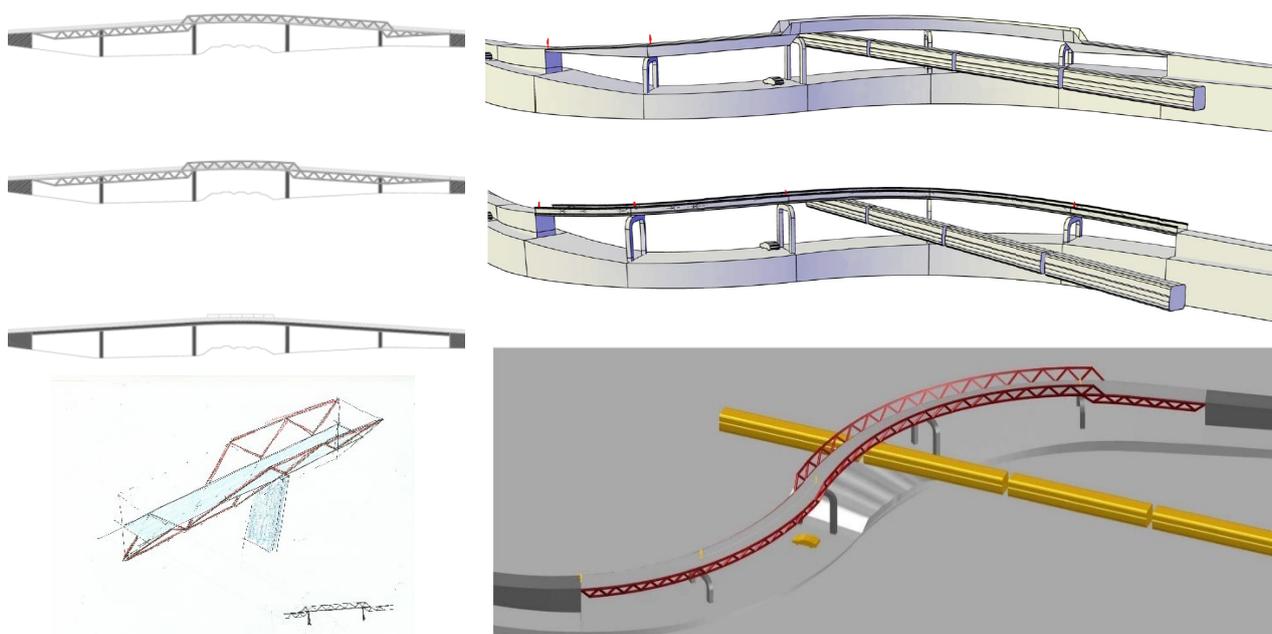


Figura 5. Estudio formal de la estructura de la pasarela (croquis, planos 2D y modelos 3D).

En el proceso de diseño del tablero y estructura se tuvo muy en cuenta la perspectiva del usuario, sobre todo, desde el interior. Por este motivo desde muy el inicio ya se planteaba la solución de celosías sin plano de arriostramiento superior y con inclinación. Así se favorece una sensación de máxima apertura.

3.2 Tipología de pilas

Para las 4 pilas también se realizó un estudio formal. Se buscaba un elemento que resaltara dentro del nuevo parque y que diera carácter a la actuación.

Las pilas diseñadas son de hormigón armado con forma de “U” invertida, formando unas puertas que recuerdan al juego del croquet.

Otra opción contemplada, y finalmente descartada, fueron pilas de acero tipo “Y” (figura 6).



Figura 6. Estudio volumétrico de las pilas.

3.3 Acabados

La estructura de la pasarela es muy limpia, hay muy pocos elementos de acabado, y estos se han dispuesto considerando la perspectiva general.

El tablero es de hormigón, la barandilla y la malla son de inox, soluciones simples que enfatizan la estructura, más aún gracias al color amarillo de acabado que hace de la pasarela resalte por encima del parque (figura 8).

En el lado norte la rampa de la pasarela limita con un centro de reciclaje, motivo por el cual tenía que disponerse una valla de separación. Esta circunstancia se aprovechó para hacer una valla que seguía la morfología de la pasarela.

El conjunto de la pasarela y rampa norte forman una gran celosía Warren en “S” que recuerda a una serpiente. Sutilmente, se enfatizó este hecho en el arranque de la valla, donde la celosía es más alta como si fuera su cabeza (figura 7).

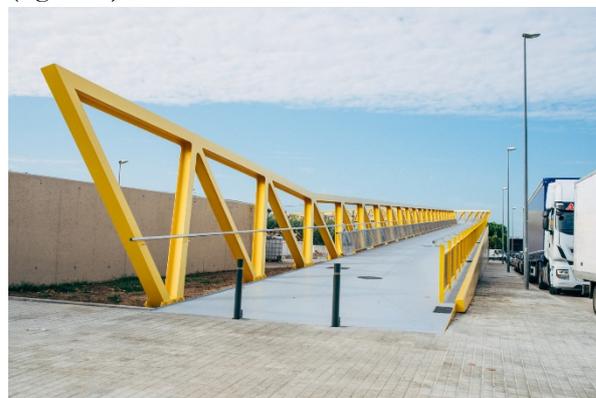


Figura 7. Arranque de la valla. Fotos: Marta González.



Figura 8. Detalles de acabado. Fotos: Marta González.

4. Diseño estructural

4.1 Tablero

La celosía triangular es tipo Warren pero se ha adaptado la geometría para tener un patrón de

4,00 m en dirección longitudinal. La altura medida en los ejes es de 2,35 m, la cual marca una relación $L/h = 4,00/2,35 = 1,70$, que se acerca mucho a la proporción áurea ($\varphi = 1,618\dots$).

Los cordones superiores de la celosía no están arriostrados transversalmente, para evitar el pandeo lateral en las zonas comprimidas se orientó su eje principal de inercia en el plano horizontal y se tubo en cuenta la inercia a flexión de las diagonales (figura 9).

Además, el desarrollo circular de la celosía añade complejidad a este análisis. Se realizó la verificación mediante un modelo 3D de barras teniendo en cuenta el comportamiento no lineal debido a la estructura deformada y se hizo un cálculo de pandeo considerando la rigidez de las diagonales.

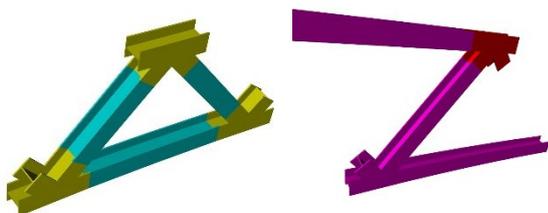


Figura 9. Modelo geométrico 3D de los nudos de la celosía.

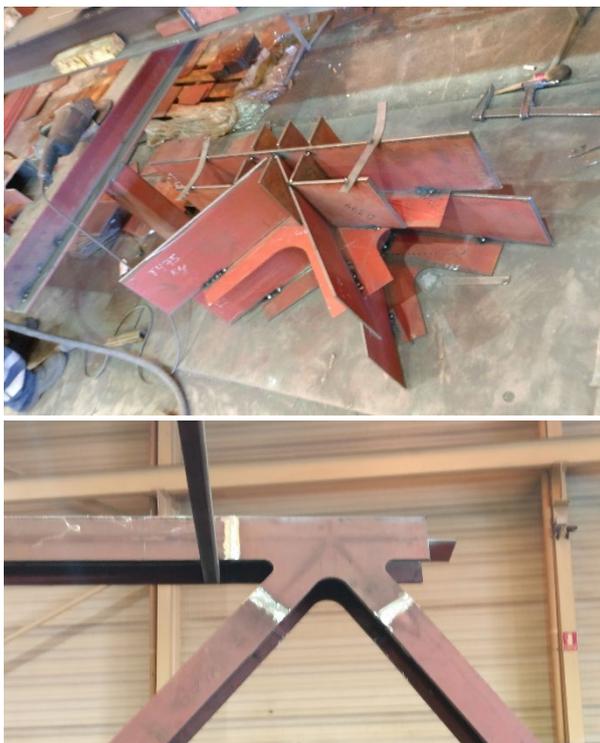


Figura 10. Fabricación de los nudos en taller.

4.2 Pilas

El ámbito en el que se encuentra la pasarela forma parte del Delta del Llobregat. La cimentación de las pilas es de tipo profunda, compuesta por pilotes. En este sentido, la ligereza de pasarela en celosía evita la necesidad de pilotes de gran diámetro o profundidad.

5. Proceso constructivo y obra

La principal preocupación respecto la construcción de la pasarela era garantizar la correcta fabricación en taller y obra de la estructura y que se pudieran hacer todas las uniones.

A causa del desarrollo en planta y alzado la celosía cambiaba sus casi todos sus elementos punto a punto. Por este motivo se decidió elaborar diagonales y cordones mediante perfiles armados en "H", de forma que se facilitaba el montaje y la soldadura en todos los elementos (figura 10).

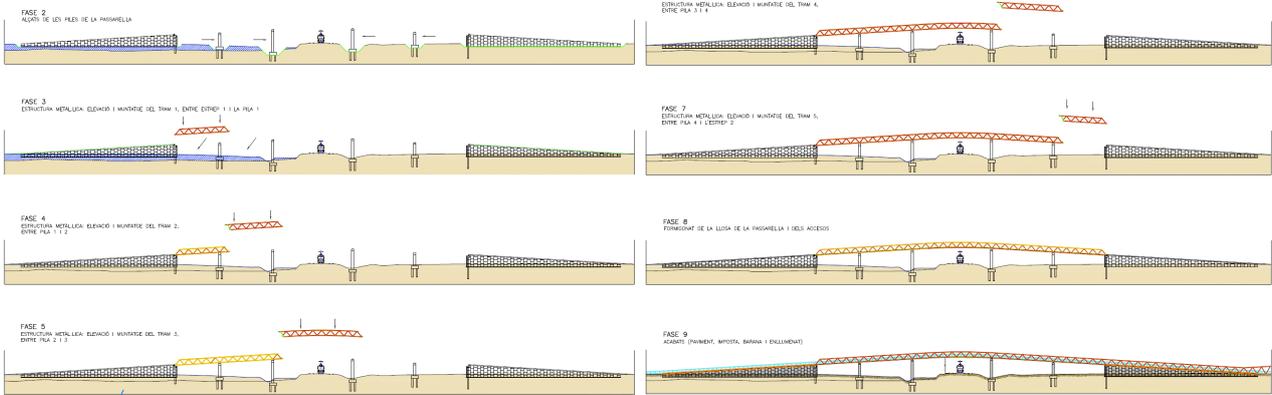
Los nudos se plantearon planos, sin curvatura, por lo cual se simplifica mucho el proceso de montaje. Y aunque los cordones formen una poligonal el resultado es casi imperceptible.

En resumen, las fases de proceso constructivo fueron:

- Ejecución de las cimentaciones profundas por pilotes.
- Ferrallado, encofrado y hormigonado de los encepados y pilas.
- Muros de tierra armada de las rampas de acceso.
- Fabricación en taller de la pasarela en 5 tramos.
- Montaje de los neoprenos.
- Traslado a la obra de la estructura metálica tramo a tramo (figura 11).
- Montaje mediante una grúa. Y soldadura entre tramos (figura 12).

- El tramo ubicado sobre las vías se montó en un corte nocturno sin afectar al tráfico ferroviario.
- Una vez finalizada toda la celosía se ejecutó la losa del pavimento.

- Finalización de acabados (pavimento, barandillas, valla de cerramiento, iluminación y drenaje).



6. Resumen de datos relevantes

- Promotor: Consorcio DeltaBCN (Ayuntamiento de Viladecans e Incasol).
- Proyecto constructivo: Ingeniería Reventós, S.L.
- Dirección de las obras: SBS Simón i Blanco, S.L.P.
- Contratista: Copcisa, S.A.
- Taller metálico: Oxicorte Goded, S.L.
- Fecha del Proyecto ejecutivo: 06/2016.
- Finalización de las obras: 09/2019.
- PEM: 760.125,16 € (sin baja de adjudicación).
- PEM/m²: 1.551,28 €/m².
- PEC (sin IVA): 904.548,94 €.
- Longitud: 132,00 m
- Distribución de vanos: 20,00 + 24,00 + 36,00 + 28,00 + 24,00 m.
- Ancho útil: 3,71 m
- Canto de estructura: 2,66 m.
- Superficie: 490,00 m² (solo pasarela).
- Acero estructural: 65.680 kg.
- Cuantía de acero: 134 kg/m².



Referencias

[1] M. Reventós, J. Guàrdia, R. Mora, Pasarelas integradas en el entorno, VI Congreso de ACHE, 2014.

[2] M. Reventós, J. Guàrdia, Enginyeria Reventós works in progress, Footbridge 2014 5th International Conference, London, 2014.

[3] M. Reventós, J. Guàrdia, R. Mora, Innovative designs in bridges and footbridges, 37th Madrid IABSE Symposium, 2014.

[4] M. Reventós, J. Guàrdia, D. Berdiel, Diseño de pasarelas low-cost, VII Congreso de ACHE, 2017.

[5] M. Reventós, J. Guàrdia, Llobatona footbridge in Viladecans, International fib Symposium on Conceptual Design of Structures, 2019.



Figura 14. Fotos de acabado de la pasarela. Fotos: Marta González.