

PASARELA ATIRANTADA "LA ROSA" EN LA CORUÑA

A STAYED FOOTBRIDGE "THE ROSE" IN CORUNNA, SPAIN

ANTONIO GONZÁLEZ SERRANO. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Proyectista y Director de Obra. proxectoss1@terra.es

JULIO BESIGA DÍAZ BLANCO. Arquitecto.

Colaborador.

ENRIQUE MITCHELL ESCLUSA. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Ingeniero Supervisor Municipal.

RESUMEN: En este artículo se expone el proyecto y la construcción de una pasarela metálica atirantada excéntricamente que se construyó en el año 2003 para el Excmo. Ayuntamiento de La Coruña.

La pasarela, conocida por "La Rosa", tiene un tablero metálico con planta oval, de 156 metros de desarrollo, que está colgado de un conjunto de tirantes excéntricos que van desde el borde interior del tablero hasta dos pilas metálicas fusiformes situadas en los bordes de la calzada.

El tablero, de 3 metros de ancho, con una sección transversal en perfil de ala de avión, tiene un canto de 0,20 metros en el borde en voladizo y de 0,40 metros en el lado suspendido, estando rematado por dos semicilindros.

El tablero, por esta razón, presenta una enorme ligereza y esbeltez que sólo es superada por estructuras con tipología de banda tesa.

PALABRAS CLAVE: PASARELA PEATONAL, ACERO, TORSIÓN, ATIRANTAMIENTO, ESTÉTICA, LIGEREZA, ESTRUCTURA, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN

ABSTRACT: The paper explains the design and construction a stayed footbridge situated in La Corunna, Spain. The footbridge, called "The Rose", has a steel deck with an oval plant suspended from a set of eccentric ties extended from de inner edge of the deck up two inclined metallic pylons with spindle shape. The deck is 3 meters wide, with a cross section with a plane wing profile, the depth is 0,20 meters in the cantilever border, and 0,40 meters in the suspended border. The deck, for these reason, results very light.

KEYWORDS: FOOTBRIDGE, STEEL, TORSION, SPACE, STAYED, AESTHETIC, LIGHT, STRUCTURAL CONCEPTS, PLANNING, CONSTRUCTION

BASES DEL PROYECTO

La pasarela peatonal atirantada "La Rosa", está ubicada en la Avenida de San Cristóbal de La Coruña. Esta Avenida separa un área comercial y de ocio, situada en el Polígono de Matogrande, de reciente construcción, del Polígono residencial de Elviña y del resto de la ciudad.

El área comercial y de ocio aludida ha creado nuevas necesidades que se van materializando con el paso del tiempo. La pasarela, por ejemplo, surge ante la necesidad de conectar peatonalmente ambas zonas, sobrevolando la Ave-

nida de San Cristóbal, que tiene un tráfico de vehículos muy importante con una sección transversal en el punto de actuación de 32 metros de ancho.

El objetivo final del proyecto fue la conexión de las dos áreas con una estructura singular que, además de resolver las necesidades del tráfico peatonal, sirviera de enlace visual entre ambas zonas. La fotografía 1 muestra una perspectiva general de la pasarela.

La ubicación de la Pasarela estuvo condicionada por la ausencia de espacios libres, por tratarse de Polígonos ya consolidados. La aparente amplitud del espacio en el que se

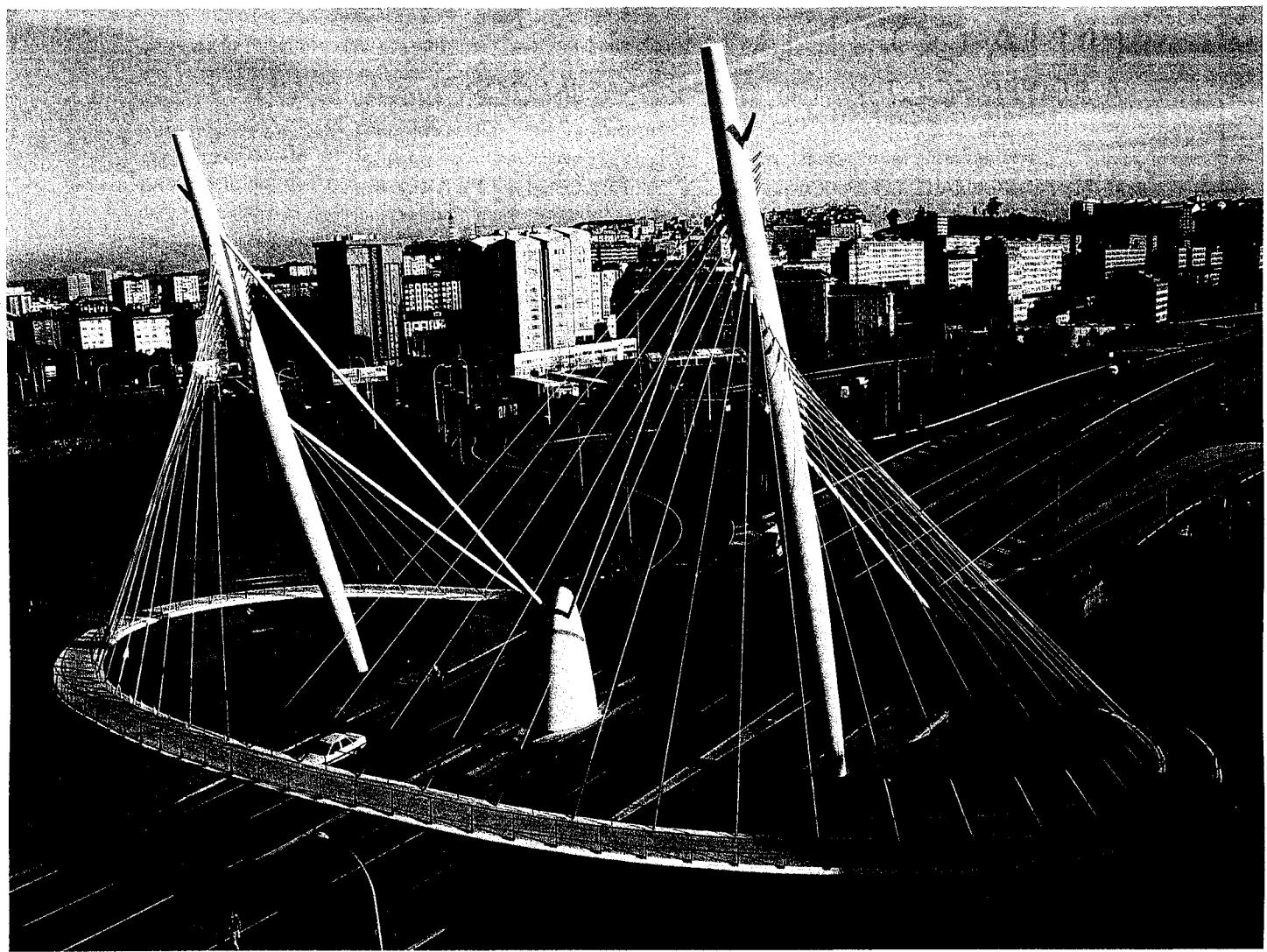


Foto 1.

desarrolla la pasarela es engañoso porque las circunstancias reales de su ubicación y los condicionantes impuestos fueron más que determinantes.

La pasarela arranca y sobrevuela dos parcelas muy diferentes entre sí, que condicionaron de manera efectiva el diseño de las rampas.

Por un lado, la pasarela se tenía que ubicar sobre un área ocupada por las tuberías de la canalización de petróleo que discurren desde el Puerto de La Coruña hasta la Refinería de Repsol que está situada en el núcleo de Meicende, fuera de la Ciudad. La utilización de esta parcela no era, por lo tanto, posible, porque la pasarela no se podía apoyar en esta zona.

En el lado opuesto existía un jardín público, ubicado en una depresión con respecto a la cota de arranque de la pasarela, con un desnivel próximo a los seis metros, que hacía difícil apoyarnos de forma sencilla.

Los arranques de la pasarela se ubicaron de tal forma que provocan en el peatón un acercamiento visual a la obra creada, produciendo una toma de contacto previa a su utilización, lo que proporciona una visión clara del recorrido a realizar.

La suspensión de toda la estructura surge como una respuesta a la incapacidad de apoyarnos en las parcelas extremas y en la propia Avenida.

Las pilas laterales son el hito de referencia mientras que los contratirantes nos « contrapesan » la aparente « inestabilidad » de la obra.

La curvatura continua de la pasarela nos acompaña en el recorrido, creando el nexo de unión entre la subida y la bajada.

La barandilla ligera constituye el remate de la idea, utilizando un material diferente, el acero inoxidable, sin quitar protagonismo a la estructura en la que destaca la elevada esbeltez del tablero. La linealidad de la pasarela se ha po-

tenciado con el pasamanos, mientras que los montantes verticales marcan el ritmo, acercándonos a la escala humana.

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL

El tablero de la pasarela, con un desarrollo total de 156 metros, presenta una geometría en planta en forma de "C", que se materializó geométricamente con un óvalo de radios exteriores 19,15 metros y 44,50 metros.

La sección transversal del tablero, que está formada por un cajón multicelular metálico, se diseñó con una geometría en ala de avión, de 3,00 metros de ancho total y canto linealmente variable, rematada por dos semicilindros de 40 y 20 centímetros de diámetro, lo que le imprime una enorme esbeltez, que sólo es superada por estructuras en banda tesa. En la foto 2 se puede ver el proceso de montaje del tablero en obra.

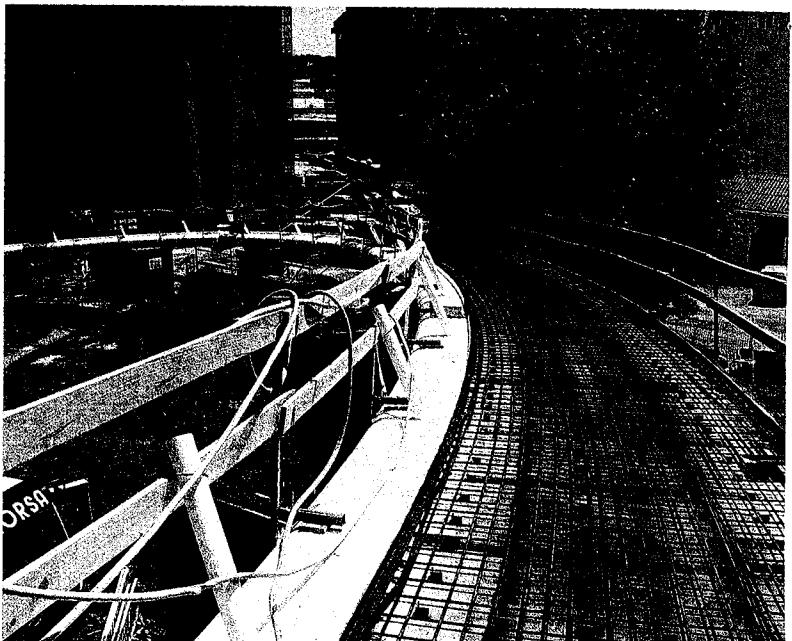
La plataforma peatonal, de 2,20 metros de ancho, se diseñó en hormigón armado estructural de 7 cm. de espesor, conectado a la chapa superior del tablero con casquillos de angulares. El pavimento de hormigón rugoso se eligió conscientemente, para evitar el efecto de las heladas y los deslizamientos con lluvia, así como el ruido que produciría el tránsito peatonal en un cajón metálico. La fotografía 3 muestra una perspectiva del tablero, con la ferralla y los conectores, previamente al hormigonado de la losa estructural.

El cajón multicelular, diseñado para conseguir una torsión uniforme, está dividido por una serie de diafragmas longitudinales. También se diseñaron, además, una serie de diafragmas transversales y rigidizaciones intermedias para impedir el abollamiento de la chapa inferior. El abollamiento de la chapa superior quedó impedido por el hormigón estructural de la losa superior. La fotografía 4 muestra la conexión en obra de dos módulos del tablero en la que se aprecia los elementos que forman el cajón multicelular.

El espesor de la chapa con la que se elaboró el cajón metálico fue de 7 y 10 milímetros. Este espesor se incrementó en el empotramiento del tablero con los estribos, al ser zonas más solicitadas.

El tramo central, que sobrevuela la Avenida de San Cristóbal, tiene 36 metros de longitud, con alzado parabólico que presenta una relación flecha luz de 1/27 avo. El tramo central continúa, en ambos extremos, con dos rampas de directriz curva, de 60 metros de longitud cada una, que discurren con una pendiente uniforme del 10 por ciento.

La pasarela en todo su desarrollo está suspendida del borde interior del tablero, diseñado sin ningún apoyo, mediante 44 tirantes formados por dos cordones de 0,6" que, a su vez, están compuestos, cada uno, por 7 alambres galvanizados protegidos con cera petrolera en el interior de una vaina de polietileno blanca resistente a la acción de los rayos solares.



Fotos 2, 3 y 4.



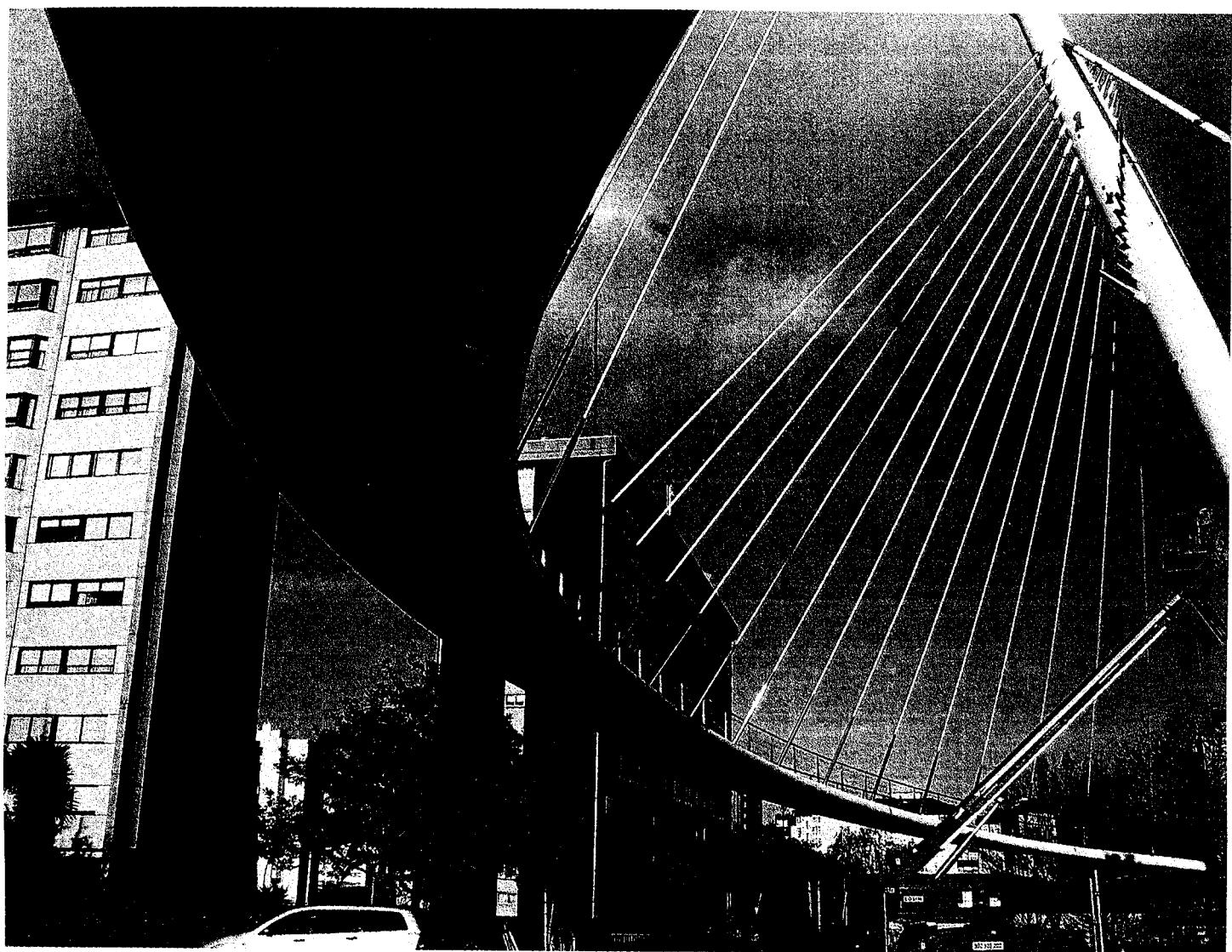


Foto 5.

Los tirantes, que parten del borde interior del tablero, concurren en dos pilas inclinadas ubicadas en los bordes de la calzada. Los cables entran en las pilas desde la cota 19,50 metros hasta la cota 31,00 metros, a lo largo de un tirabuzón, formando dos paraboloides hiperbólicos, con envolvente parabólica, cuya perspectiva cambia con el punto de vista del observador.

La fotografía 5 muestra una vista inferior del tablero suspendido de los cables. Las fotografías 6 y 7 son dos perspectivas de los paraboloides que conforman los cables en la unión con las pilas.

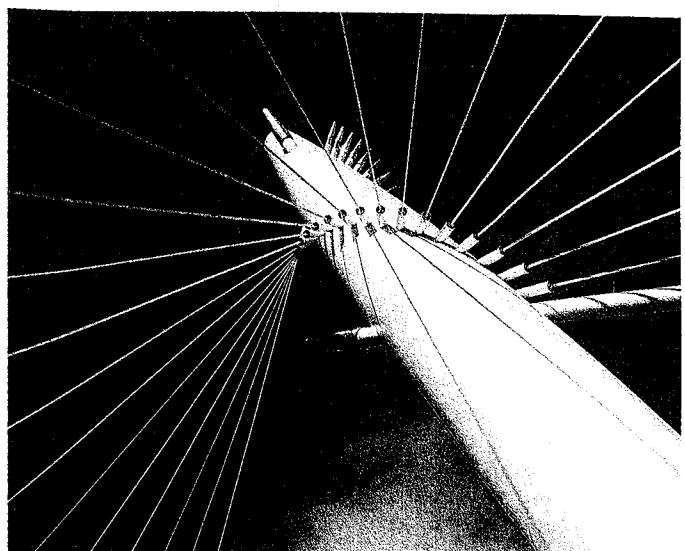
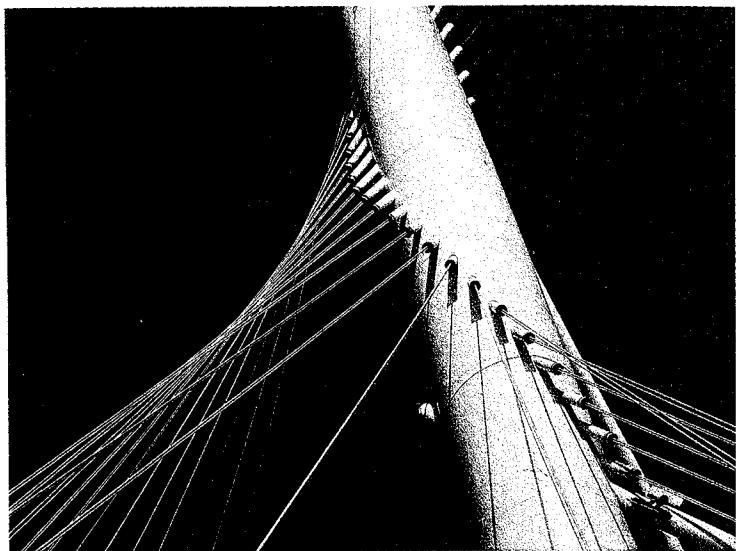
Las pilas, con una geometría fusiforme, tienen un diámetro máximo de 1,90 metros y un diámetro mínimo de 0,90 metros, estando inclinadas 16,7 ° en el sentido de la calzada, alcanzando una altura máxima vertical de 36 metros. La fotografía 8 muestra el proceso de fabricación de las pilas en taller.

Los esfuerzos de cada pila están contrarrestados mediante dos contratirantes tubulares metálicos postesados interiormente que se anclan en el estribo y en un elemento central de singular belleza, diseñado con claras connotaciones navales.

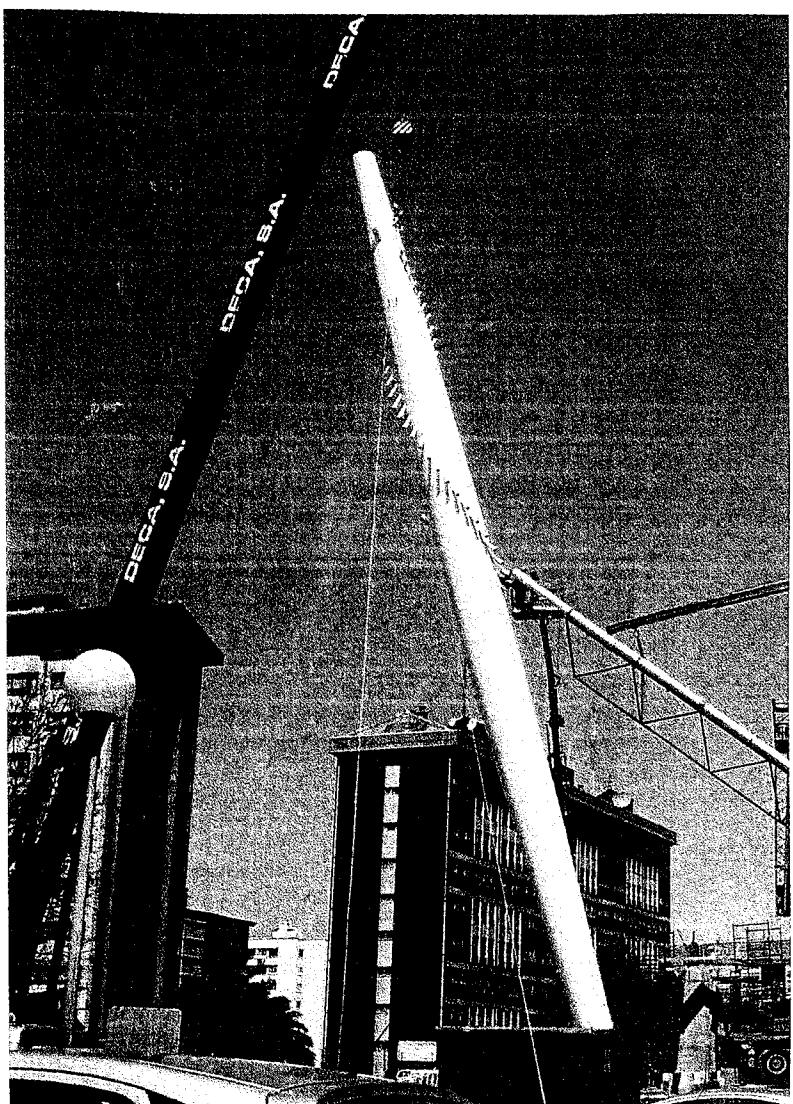
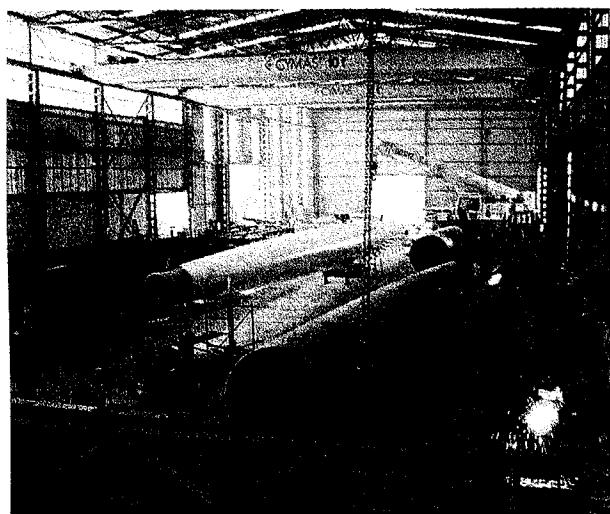
La fotografía 9 muestra el montaje en obra de una pila con el contratirante del estribo. En la fotografía 10 se puede ver la pieza central en taller.

CIMENTACIÓN

El terreno de cimentación de la pasarela está formado por rellenos heterogéneos, de diferente potencia, que descansan en un jabre compacto de reducido espesor procedente de la descomposición de la roca matriz inferior. La roca aflora a mayor profundidad en el lado de la ciudad y al



Fotos 6 y 7. Abajo, fotos 8 y 9.



aproximarnos a la Avenida de Alfonso Molina, en la que existe un paso superior en la intersección con la Avda. de San Cristóbal, hecho que exigió, en el pasado, la realización de rellenos.

Los esfuerzos más significativos de la pasarela a nivel de cimentación son: las tracciones que se generan en los contratirantes; un esfuerzo axil importante en las pilas inclinadas; y un momento de eje vertical en el empotramiento del tablero en los estribos.

La cimentación del elemento central, al que acceden dos contratirantes, se apoyó directamente en la roca, cuyo nivel se alcanzó al amparo de una pantalla de micropilotes tubulares metálicos debidamente arriostrada. Las tracciones en la cimentación se absorbieron con cinco anclajes de 50 toneladas que estaban formados por barras Dywidag de 36 milímetros de diámetro, que se ejecutaron con doble protección frente a la corrosión de la misma patente.

La cimentación más alejada de la ciudad está formada por una viga flotante apoyada en la roca, de 3 metros de canto, 2,50 m. de ancho, y 26,83 metros de longitud que recoge las cargas de la pila, del contratirante y del estribo de este lado. Las tracciones generadas por el contratirante en el estribo se absorbieron con seis anclajes de 50 toneladas formados también por barras Dywidag de 36 milímetros de diámetro que se ejecutaron con doble protección frente a la corrosión de la misma patente.

La cimentación situada en el lado de la ciudad es una viga flotante de 23,90 metros de longitud que también recoge las cargas de la pila, del estribo y del contratirante de ese lado. La viga flotante tiene 3 metros de canto y 2,50 metros de ancho en una longitud de 17,90 metros. En los 6 metros restantes, que es la zona en la que descansa la pila, el ancho se incrementó a 4,50 metros.

El tramo más ancho de esta cimentación se apoyó directamente en la roca. La excavación se hizo al amparo de una pantalla de micropilotes tubulares, análoga a la realizada en el elemento central, que se ancló temporalmente en cabeza. El resto de la cimentación se apoyó en 14 micropilotes de 200 milímetros de diámetro, de 50 toneladas de carga útil, tanto a tracción como a compresión, armados con una barra Gewi de 50 milímetros de diámetro, realizados con doble protección frente a la corrosión de la patente Dywidag. Los micropilotes se enclaron en roca firme una longitud de 5 metros.

En la fotografía 11 se puede ver la pantalla de micropilotes que se hizo para excavar la cimentación en el lado de la ciudad. La misma fotografía muestra los micropilotes en los que se apoyó parte de la cimentación, pudiendo ver al fondo una sobreexcavación para conseguir la cimentación directa en roca.

La fotografía 12 muestra el elemento de anclaje de las pilas en la cimentación. En la fotografía 13 se puede ver el elemento de anclaje de la pasarela en cimientos.

La fotografía 14 muestra, finalmente, otra perspectiva general de la pasarela.

CÁLCULOS

El análisis de la pasarela en el estado de peso propio, concarga y sobrecarga es diferente. En primer lugar, porque la sección homogeneizada del tablero, al tratarse de una sección mixta, es distinta para cada caso y, en segundo lugar, porque el cálculo a peso propio difiere del cálculo frente a concargas y a sobrecargas.

El estado frente a concargas y a sobrecargas se corresponde con un análisis convencional de una estructura.

El estado de peso propio se realizó para que el tablero, una vez descimbrado, no tuviera ninguna deformación verti-

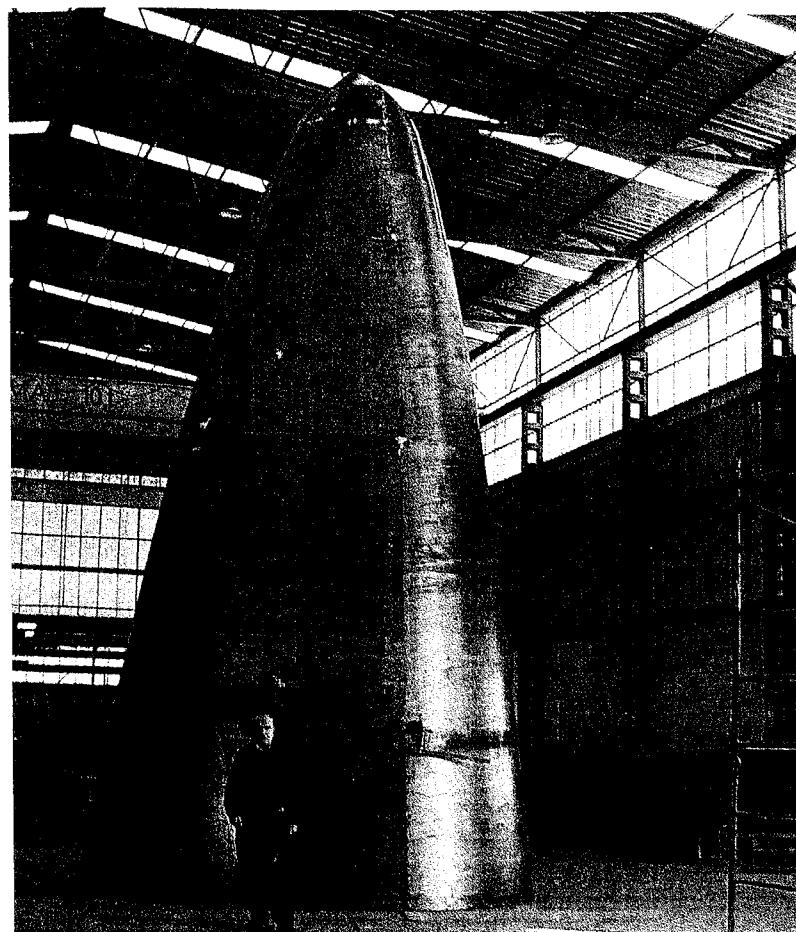
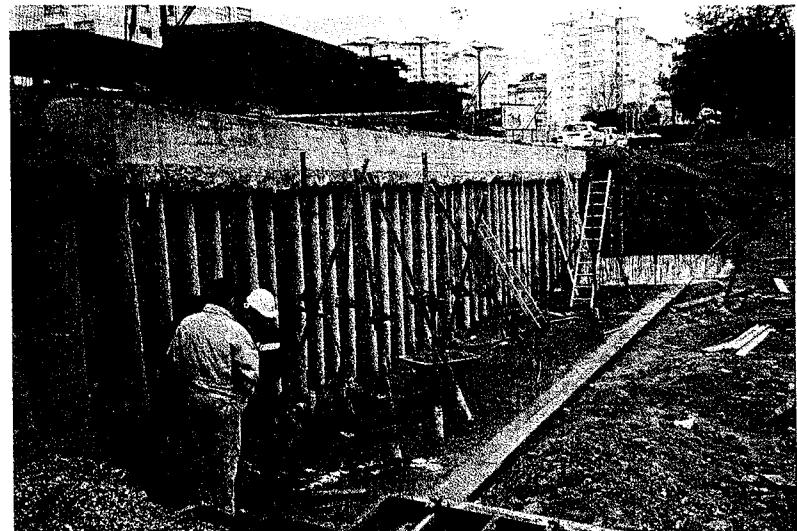
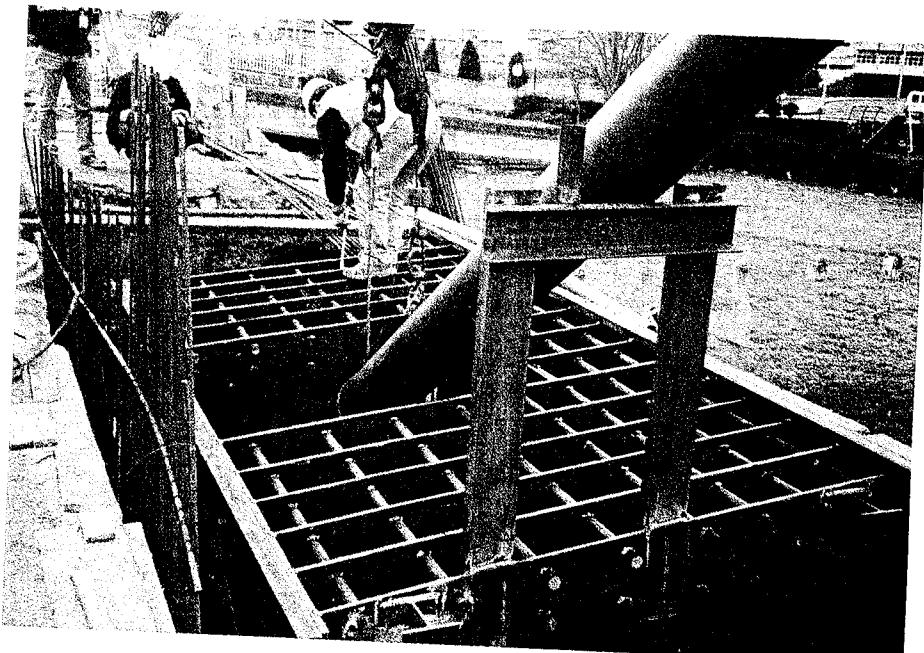


Foto 10.

cal. El análisis se hizo procesando dos estructuras espaciales aisladamente: la correspondiente al tablero y la relativa al haz de tirantes suspendidos de las pilas. Los resultados obtenidos en el cálculo de cada estructura son los datos que se utilizan para calcular la otra, hecho que se repite sucesivamente.

Foto 11.





Fotos 12, 13
y 14.

mente hasta que ambos procesos convergen, lo cual se produce con relativa rapidez.

El tablero se analiza sin los tirantes, disponiendo muelles verticales de rigidez infinita en todos los puntos en los que existe atirantamiento, para materializar el hecho de que la cimbra impide la deformación vertical del mismo. Las acciones sobre el tablero son su peso propio y las solicitudes de los tirantes, que inicialmente se desconocen. Se recuerda que la fluencia no modifica los esfuerzos de peso propio a lo largo del tiempo.

El arpa de los tirantes, considerados con un área infinita para tener en cuenta que su deformación no se contempla en este proceso, se analiza admitiendo que los tirantes permanecen inmóviles en el enlace con el tablero. Las acciones de cálculo son las reacciones verticales obtenidas en los muelles del proceso anterior. Los resultados de este cálculo son las correspondientes solicitudes de los tirantes que se vuelven a introducir como datos en el proceso siguiente.

De esta forma el proceso se reitera, con relativa sencillez, hasta que converge en algunas pasadas.

RECONOCIMIENTOS

No queremos terminar esta publicación sin agradecer la intervención en esta obra de las diferentes Empresas participantes, ni queremos olvidar, en concreto, la colaboración y la fe puesta en la obra por parte de: Agustín Costas Fernández, en la elaboración de la estructura metálica; Francisco Mesonero Ramos, en la construcción y diseño de anclajes y micropilotes; Manuel Pérez Pérez, Iván Carreira Colmenares y Eugenia Rey Conde, pertenecientes al contratista principal; Yolanda López Rodríguez, por su eximia labor en el control de la estructura metálica y pintura; Marta Artal Lafoz, en el diseño del sistema pretenso; y Gustavo Flores Martínez en el seguimiento de la seguridad de la obra. ■

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Propiedad:	Excmo Ayuntamiento de La Coruña.
Ubicación:	Avenida de San Cristóbal, La Coruña.
Autor del Proyecto y Director de Obra:	Antonio González Serrano.
Colaborador:	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Ingeniero Supervisor Municipal:	Julio Besiga Díaz-Blanco. Arquitecto.
Empresa Constructora:	Enrique Mitchell Esculsa.
	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
	Extraco Obras e Proyectos, S.A.
Longitud total:	156,00 m.
Tramo central:	Longitud de 36 m. Alzado parabólico con relación flecha/luz = 1/27 avo.
Rampas:	Longitud de 60 m. Dirección curva con pendiente uniforme del 10 %.
Suspensión:	44 tirantes excentrados que van desde el borde interior el tablero hasta dos pilas fusiformes inclinadas ubicadas en los bordes de la calzada.
Pilas:	Fusiformes, con diámetro máximo de 1,90 metros y diámetro mínimo de 0,90 metros.
Gálibo:	De 36 m. de altura vertical, 6,10 m. en el centro de la calzada y 5,30 m. en los extremos.
Contratirrantes:	Dos contratirrantes tubulares postesados por pila que van a los estribos y a un elemento situado en la mediana.
Sección del tablero:	Sección transversal en cajón multicelular.

hueco con perfil en ala de avión de 3 m. de ancho total. El canto es linealmente variable desde 40 cm. en el lado suspendido a 20 cm. en el borde opuesto. La sección se remata en dos semicilindros.

Pavimento: Losa estructural de hormigón armado de 7 cm. de espesor y 2,20 m. de ancho, conectada a la chapa superior del tablero. El hormigón de la losa se diseñó para impedir deslizamientos por lluvias o heladas y para evitar el ruido que produciría el paso peatonal.

Barandilla: Acero inoxidable y cables, acorde con la ligereza de la estructura.

RESUMEN DE MATERIALES

Excavación:	1.100 m ³
Encofrado:	293 m ²
Hormigón de 300 kg./cm ² de resistencia específica:	330 m ³
Acero A 42 b:	220.300 kg.
Acero B 500 S:	47.800 kg.
Anclajes en roca barra formados por barras Dywidag de 36 mm. de diámetro:	110 m.
Micropilotes formados por una barra Gewi de 50 mm. de diámetro, con doble protección frente a la corrosión de la misma patente:	140 m.
Micropilotes tubulares 765 x 5 mm.:	630 m.
Anclajes temporales de 3 x 05":	72 m.
Coste total:	1.300.000 €