

## Puente sobre la bahía de Cádiz



Vista actual del puente

El nuevo puente sobre la bahía de Cádiz constituye un tercer acceso de 5 km de longitud a la ciudad. Se trata de una obra singular y una de las de mayor magnitud y complejidad que ha acometido el Ministerio de Fomento en los últimos años. Ha sido ejecutada por una UTE Dragados - Drace.

La parte más singular del puente de la Constitución de 1812 es una estructura atirantada de 1.180 metros de longitud y una luz libre entre pilonos de 540 metros, la mayor de España. Los pilonos tienen una altura de 185 metros y sirven de anclaje de los tirantes de acero que sustentan

el tablero. El gálibo vertical bajo el tablero es también excepcional, de 69 m, para permitir el paso de grandes embarcaciones.

El tablero, con anchura variable entre 33 y 37 metros, tiene capacidad para alojar dos calzadas para tráfico rodado con dos carriles por sentido y una plataforma tranviaria apta para albergar dos vías sobre placa. Hasta la puesta en marcha de la línea tranviaria en la bahía, esta plataforma será empleado como carril exclusivo de autobuses.

El puente es uno de los de mayor luz de vano principal; el tercero en Euro-

pa, después del puente de Normandía en Francia y del puente Rion Antirion en Grecia. Además, es el segundo puente marítimo de mayor gálibo vertical (altura desde el tablero sobre el plano del agua) del mundo, después del puente de Verrazano Narrows de Nueva York, y por delante del puente Golden Gate de San Francisco.

El presupuesto invertido en la obra asciende a 427,56 millones de euros, cantidad que sumada al coste de redacción del proyecto, al importe estimado de las expropiaciones y al de las asistencias técnicas de apoyo a la obra, arroja una inversión total de 454,5 millones de euros.



Proceso de construcción. 2014

### Características técnicas

El puente sobre la bahía tiene una longitud de 3.092 m, con 36 pilas de las cuales dos son pilonos. Nueve pilas y un pilono están en el mar.

Todas las cimentaciones han sido profundas, llevándose a cabo mediante encepados sobre pilotes de unos 40 metros de longitud. En el lado mar, la ejecución de encepados y fustes de pilas (de la 3 a la 12) se ha realizado al abrigo de recintos metálicos estancos para trabajar en seco bajo el nivel de mar y con ayuda de medios marítimos, mientras que las excavaciones en tierra se han realizado por medio de recintos



Izado del tramo desmontable

de tablestacas metálicas recuperables, ejecutadas a profundidades diferentes.

En cuanto al tablero, se pueden distinguir cuatro tramos principales, Viaducto de acceso a Cádiz, Tramo Desmontable, Viaducto Atirantado y Viaducto de hormigón para acceso a Puerto Real.

*Viaducto de acceso a Cádiz*

Se trata de un tablero mixto de acero y hormigón con 581,3 m de longitud repartidos en 8 vanos –de 75 m, salvo el primero que tiene 55 m– con una pendiente del 5 %, que arranca en un estribo cerrado al inicio del tramo, en el lado de Cádiz, y se apoya en 8 pilas ubicadas dentro de la bahía (la primera de ellas, ejecutada en una península artificial; las demás en el agua).

La colocación del tablero sobre las pilas se llevó a cabo mediante el sistema de lanzamiento o empuje –salvo el primer vano, que fue izado con grúa–, consistente en construir la estructura en tierra (parque de empuje) y lanzarla en fases consecutivas desde uno de los extremos. De esta forma, una vez lanzado el primer vano sobre el mar y liberado el espacio que ocupaba, se soldaron en el parque de empuje las siguientes dovelas del nuevo vano, que fue empujado nuevamente, y así de manera sucesiva la estructura avanzó en una longitud de 525 metros, hasta alcanzar la pila 10, sobre la que también se apoya el tramo desmontable.

El peso total a empujar fue de unas 11.300 toneladas, divididas en 9.100 toneladas de estructura metálica y el resto de losa de hormigón. El pro-



Izado de la primera dovela del tramo atirantado sobre la torre de tierra

ceso de empuje se realizó por medio de gatos hidráulicos y con ayuda de balancines con almohadillas de neopreno-teflón situados en las pilas sobre las que se deslizó el tablero, contando como medios auxiliares con cables de pretensado para realizar el tiro, un sistema de atirantamiento provisional para controlar los esfuerzos y las deformaciones y un sistema de freno.

*Tramo desmontable*

Se trata de un tablero metálico de 150 m de longitud que, al ser desmontable mediante heavy-lifting, permitirá el paso de embarcaciones o artefactos flotantes excepcionales con gálibo superior a los 69 m del tramo atirantado. Es un puente simplemente apoyado con sección variable de 3 m en apoyos y 8 m en el centro del vano. El tramo se apoya en las pilas 9 y 10, cuyos ejes distan



**DRAGADOS**

## Puente de la Constitución de 1812 (Cádiz)

El puente de mayor longitud de vano en España y un referente internacional

540 metros de  
vano principal

185 metros  
de alto

34 metros  
de ancho

3 kilómetros  
de longitud

69 metros  
de gálibo

176  
tirantes



Transporte del recinto estanco de la torre de mar

150 m, sobre las que también apoyan el final del Viaducto de Acceso a Cádiz y el comienzo del tramo atirantado respectivamente, sirviendo éste de transición entre ambos.

No obstante, dadas las dimensiones del gálibo vertical superior del puente, este tramo desmontable –tipología finalmente elegida tras descartarse el proyecto original de puente basculante– solo está previsto abrirlo en ocasiones muy singulares.

La maniobra de colocación del tramo desmontable fue una de las más complejas de la obra, pues hubo que colocar una pieza de 4.000 t de peso a 50 m de altura, con unas holguras muy pequeñas.

*Viaducto atirantado*

Es la estructura más singular del puente, con sus 1.180 m de longitud, dividido en cinco vanos, con luces de 120 y 200 metros en los vanos de compensación y de 540 metros en el vano principal, que resulta la mayor de España. El tablero es mixto hormigón-acero, con ancho variable entre 33,2 y 34,3 metros, y su sección transversal está formada por un cajón central de 10 metros de ancho y dos voladizos de 12,15 metros.

Los pilonos tienen una altura de 185 m y configuración en diamante, y en la parte superior se anclan los 176 tirantes que sustentan el tablero. El gálibo vertical es también excepcional, de 69 m, para permitir el paso de grandes embarcaciones.

El tablero se construyó por el método de voladizos sucesivos, en el que se van colocando dovelas a ambos



Carro de alas empleado en la construcción del viaducto de acceso a Puerto Real

lados de cada torre de forma equilibrada.

Las dovelas tipo tenían 20 m de longitud y 34 m de ancho, con un peso medio de 400 t. Se fabricaron en taller en varias piezas y se trasladaron a la obra, donde se hacía el ensamblaje del conjunto. El tablero atirantado estaba formado por 64 dovelas.

Las primeras piezas se colocaron con grúa o cabria, en función de si se estaba en tierra o en mar. Cuando hubo espacio suficiente para albergar los carros de izado, se colocaron éstos sobre el tablero, y a partir de ese momento fueron ellos los encargados de izar y colocar las dovelas, que se iban soldando en altura al tablero ya construido. Cada dovela estaba sustentada por dos parejas de tirantes, que se instalaban a medida que se iban soldando piezas.

Los cuatro carros de izado de dovelas pesaban 500 t cada uno y se fueron desplazando a lo largo de cada voladizo a medida que éstos se construían.

*Viaducto de hormigón de acceso a Puerto Real*

Se trata de un viaducto de 1.182 m de longitud, con el tablero de hormigón pretensado fabricado in situ. Las pilas sobre las que apoya el tablero son de dos tipo, palmera y pórtico, siendo necesarias éstas últimas por la existencia de un vial perteneciente al polígono de La Cabezuela que coincidía en planta con la ubicación de las mismas.

Los vanos tienen luces entre ejes de apoyos que varían entre 32 y 75



Vista general de todas las pilas del puente



Viaducto de acceso desde Cádiz

metros. En este tramo se distinguen tres partes:

- una contigua al tramo atirantado de 616 m, distribuidos en seis vanos, con tablero de sección transversal cajón tritelular de 3 m de canto y anchura de 35,20, en la que destacan sus cuatro vanos de 75 m. Se construyó en dos fases; primero el núcleo de la sección (los 10 m centrales) sobre cimbra porticada y luego los voladizos con un carro de alas especialmente fabricado para la ocasión.

- un segundo tramo de transición, de 54 m de longitud, con sección transversal del tablero similar al anterior, con canto variable entre 3,0 m y 2,0 m y anchura variable del mismo entre 35,20 y 32,90 m;

- y una parte final de 512 m, distribuidos en 13 vanos, con sección de tablero de hormigón pretensado tipo losa aligerada y 2,0 m de canto y anchura variable entre 32,90 y 36,90 m, que se ejecutó in situ mediante cimbra cuajada.

**Resto de obras del tramo**

El tramo se completa con obras adicionales como la glorieta de acceso a Cádiz, el viaducto del Río San Pedro 796 metros de longitud, el enlace con la CA-35, y otras vías e intersecciones auxiliares en la Barriada del Río San Pedro en Puerto Real.

De las obras restan por ejecutar actuaciones de remates o auxiliares tales como la reposición del paseo

marítimo en Cádiz, el desmontaje de medios auxiliares en pilas y cimentaciones, la protección definitiva de pila 12, las plantaciones en glorieta de Cádiz y enlace con CA-35, montajes de pasarelas de mantenimiento futuro o el alumbrado ornamental.

**Integración ambiental**

Destaca el esfuerzo que se ha hecho por acometer esta gran obra partiendo del profundo respeto al ecosistema del Parque Natural de la Bahía y con las exigencias en materia medioambiental.

El presupuesto invertido en las medidas ambientales asciende a la cantidad de 6,6 millones de euros.



**Administración**

Ministerio de Fomento:

- Fernando Pedrazo
- Marcos Martín
- Julio Domingo
- Rodrigo Vázquez
- Agustín Allevato Mayor

**Proyecto**

Ginprosa:

- Luis Muñoz
- Juan Tardón

Carlos Fernández Casado S.L.:

- Javier Manterola
- Antonio Martínez
- Miguel A. Gil
- Juan Antonio Navarro
- Javier Muñoz
- Silvia Fuente
- Silvia Criado
- Borja Martín
- Raúl González
- Lucía Blanco
- Gonzalo Osborne

**Construcción**

UTE Dragados - Drace:

- Eduardo Gutierrez
- Daniel Sánchez
- Víctor Jiménez
- José María Morejón
- José Luis Ruiz
- Daniel Paunero
- Antonio Vecino

**Dirección Técnica**

- Luis Miguel Viartola
- Luis Peset
- Conchita Lucas
- Jesús de los Ríos
- José Luis Castro
- Pilar Hue
- Miguel Martín
- Manuel Pita

Aleph

Brissa

Ines Ingenieros

Ale-Pondio

**Asistencia técnica a la Dirección de Obra**

Ginprosa:

- Ramón Marín
- Julio Cayetano
- Marta Sacaluga

Apia XXI:

- Alejandro Castillo
- Óscar Ramón Ramos

**Asistencia técnica a la construcción**

Carlos Fernández Casado S.L.:

- Javier Manterola
- Antonio Martínez
- Juan Antonio Navarro
- Silvia Fuente
- Miguel Ángel Gil
- Gonzalo Osborne
- Manuel Escamilla
- José Manuel Domínguez

Aleph

Brissa