

## III CONGRESO DE ACHE DE PUENTES Y ESTRUCTURAS

LAS ESTRUCTURAS DEL SIGLO XXI  
Sostenibilidad, innovación y retos del futuro



### Realizaciones



## VIADUCTOS DE CUESTA, VERDE Y SECO AUTOVÍA DEL MEDITERRÁNEO

Florencio J. de **POZO VINDEL**<sup>1</sup>, José María **ARRIETA TORREALBA**<sup>2</sup>

Antonio J. **MADRID RAMOS**<sup>3</sup>, Amaya **HERNANDO MARTÍN**<sup>4</sup>,

Carmen **LOZANO BRUNA**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Dr. Ingeniero de Caminos. PROES *Consultores S.A.*

<sup>2</sup> Dr. Ingeniero de Caminos e Ingeniero Industrial. PROES *Consultores S.A.*

<sup>3</sup> Ingeniero de Caminos. PROES *Consultores S.A.*

<sup>4</sup> Ingeniera de Caminos e Ingeniera Técnica de Obras Públicas. PROES *Consultores S.A.*

## RESUMEN

Los Viaductos del Barranco de la Cuesta, Verde y Seco se sitúan en el tramo Almuñécar (La Herradura) - Almuñécar (Taramay) de la Autovía del Mediterráneo. Se encuentran enclavados en zona de variante de trazado de la carretera N-340 a su paso por Almuñécar, y se ha proyectado un tablero por cada una de las dos calzadas, salvando los condicionantes que imponía el terreno debido a su orografía. Como elemento singular, en todos ellos se ha dispuesto un arco intermedio.

## PALABRAS CLAVE

Viaductos, hormigón pretensado, arco, autocimbra, proceso de izado.

## 1. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

Esquema estático: Tablero en viga continua de canto variable.

- Viaducto del Barranco de la Cuesta
  - Longitud total: Calzada izquierda: 553,50 m  
Calzada derecha: 621,00 m
  - Luces: Calzada izquierda:  $41,75 + 8 \times 57,50 + 51,75$  m  
Calzada derecha:  $51,75 + 9 \times 57,50 + 51,75$  m
  - Arco entre las pilas P3-P5 (calzada izquierda) y P4-P6 (calzada derecha), con una luz de 106,5 m.
  - Altura máxima de la rasante: En ambas calzadas es del orden de 70,0 m.
- Viaducto del Verde
  - Longitud total: 563,50 m (ambas calzadas)
  - Luces:  $51,75 + 8 \times 57,50 + 51,75$  m (ambas calzadas)

- Arco entre las pilas P5-P7 en ambas calzadas, con una luz de 106,5 m.
- Altura máxima de la rasante: En ambas calzadas es del orden de 70,0 m.
- Viaducto del Seco
  - Longitud total: 496,00 m (ambas calzadas)
  - Luces:  $41,75 + 7 \times 57,50 + 51,75$  m (ambas calzadas)
  - Arco entre las pilas P3-P5 en ambas calzadas, con una luz de 106,5 m.
  - Altura máxima de la rasante: En ambas calzadas es del orden de 80,0 m.

Composición de la plataforma:

apoyo barrera + arcén + calzada + arcén + apoyo barrera  
0,65 m      2,50 m    7,00 m    1,50 m      0,65 m

## 2. DESCRIPCIÓN

### 2.1. Superestructura

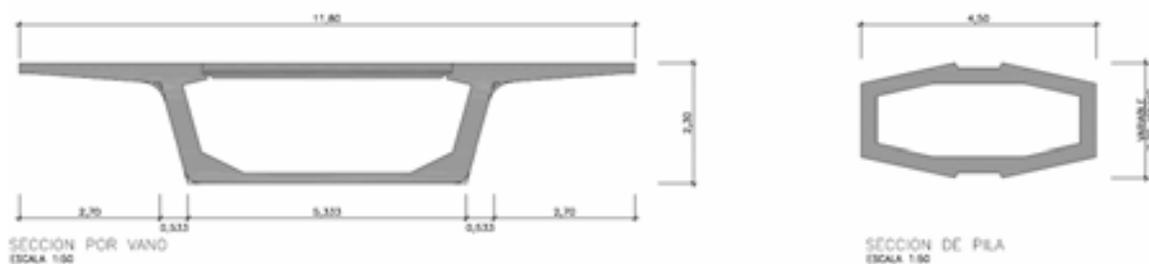
En los tres viaductos, la sección transversal del tablero está constituida por un cajón monocelular de hormigón pretensado, con almas inclinadas, completado por dos voladizos laterales. El canto del tablero es variable, desde un canto máximo en pilas de 3,80 m, hasta un valor mínimo de 2,30 m; la anchura total del tablero es de 11,80 m. El núcleo del cajón está formado por dos almas de 0,40 m de espesor y dos losas de canto variable, con un valor mínimo de 0,20 m. El canto de la losa inferior varía longitudinalmente en las proximidades de los apoyos entre su valor mínimo y 0,50 m sobre apoyos.

El esquema de pretensado es el correspondiente a puentes continuos construidos por el método de vanos sucesivos, interrumpiéndose en cada frente de fase. En la zona del frente de cada fase se produce el cruce de los

tendones de dicha fase, que se anclan en el propio frente, con los de la fase consecutiva, que se anclan en unas cuñas situadas en la cara interior del alma.



**Figura 1. Vista general del Viaducto del Barranco de la Cuesta**



**Figura 2. Secciones transversales**

## 2.2. Subestructura

Las pilas están constituidas por fustes de hormigón armado, con sección transversal en cajón monocelular octogonal, disponiéndose uno por línea de apoyos. La dimensión exterior de la sección transversal es variable en sentido longitudinal, con un valor mínimo de 2,20 m en cabeza y un ataluzamiento de 1/75 en ambos lados. En sentido transversal, la dimensión de la sección es 4,50 m y se mantiene constante en toda la altura; el espesor de los tabiques es 0,30 m. Las alturas de las pilas en el conjunto de los viaductos oscilan entre 20,0 m y 77,0 m.

En los tres viaductos se han proyectado unos arcos intermedios de 106,5 m de luz y 62,0 m de flecha, que permiten mantener la modulación de luces del tablero. La sección transversal del arco está constituida por un cajón de hormigón armado, de sección bicelular en un tramo de 55,25 m medido a partir de la sección de arranque, y monocelular en el tramo restante hasta clave. Las dimensiones exteriores de la sección disminuyen linealmente entre las secciones de arranque y clave. En sentido longitudinal varían de 3,0 m a 2,0 m, y en sentido transversal, de 6,50 m a 4,50 m. Los tabiques verticales tienen un espesor de 0,20 m y los horizontales, de 0,25 m. Sobre los arcos se dispone una pila idéntica a las demás, con una altura variable entre 3,5 m y 12,0 m.

Los estribos empleados en los tres viaductos corresponden a una de las dos tipologías siguientes:

- Estribos abiertos constituidos por dos pantallas que soportan el dintel sobre el que apoya el tablero.
- Cargaderos pilotados, en los que éste dintel está sustentado por dos pilotes.



**Figura 3. Vista de la subestructura**

## 2.3. Infraestructura

En los tres viaductos se alternan las cimentaciones directas con las profundas, tanto en pilas como en estribos. Las tensiones medias admisibles de proyecto oscilan entre los 3,0 Kp/cm<sup>2</sup> y los 6,0 Kp/cm<sup>2</sup>. Las cimentaciones profundas se han realizado en todos los casos mediante pilotes de 1,80 m de diámetro.

## 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo de estos viaductos comienza con la realización de la infraestructura (cimentaciones) y la subestructura (pilas y estribos). Las pilas, dada su altura, se han construido con encofrados trepadores.

Dentro de la subestructura, el proceso constructivo de los semiarcos presenta un particular interés. En grandes líneas, el proceso seguido ha sido el siguiente:

- Se comienza hormigonando un semiarco a nivel del suelo, sobre una cimbra constituida por torres y cuchillos. En la sección de arranques se dispone una rótula de acero que une el semiarco a la zapata y que permitirá el proceso de izado.



Figura 4. Detalle de rótula

- Una vez ejecutado un semiarco, se dispone el sistema de izado. Se utiliza la pila que comparte zapata con el semiarco como puntal, disponiéndose dos familias de tirantes:
  - Tirantes de retenida, dispuestos desde la cabeza de la pila “puntal” hasta la zapata de la pila contigua.
  - Tirantes de izado, dispuestos desde la cabeza de la pila “puntal” a una traviesa situada en el semiarco a dos tercios de su longitud, medidos desde la sección de arranque.



**Figura 5. Vista del izado de un semiarco**

- El proceso de izado se realiza actuando alternativamente sobre los gatos de izado y de retenida, controlando los esfuerzos en la pila “puntal” por medio del control de los movimientos en cabeza. El punto

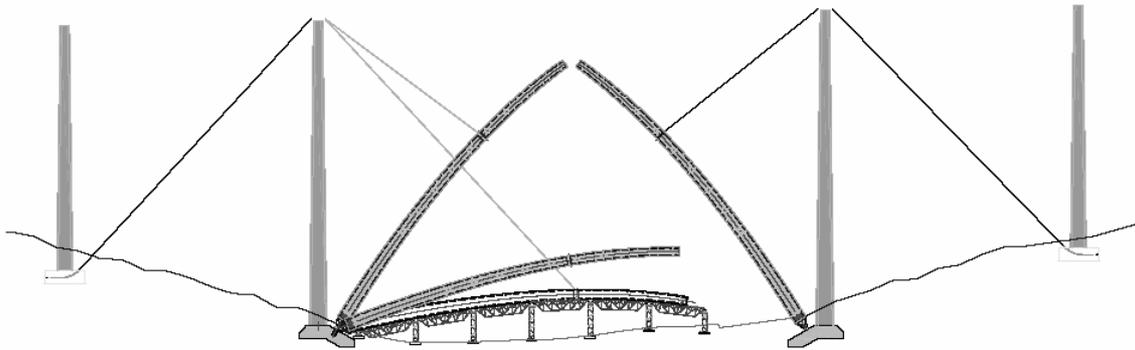
crítico en este proceso es el momento en el que el semiarco comienza a levantar, situación en la que los tirantes trabajan a máxima carga.

- Una vez que un semiarco está en posición, se construye y se iza el segundo semiarco. Cuando ambos están en posición, se dispone un encofrado en clave y se hormigona esa zona.



**Figura 6. Vista del proceso de izado del segundo semiarco**

- A continuación se bloquean las dos rótulas de las secciones de arranques y se hormigona la zona, dejando la configuración final de arco biempotrado.
- Como fase final, se procede al destesado del sistema de izado, actuando alternativamente sobre los tirantes de izado y retenida para mantener acotados los esfuerzos en las pilas, realizando las operaciones de forma que el proceso sea simétrico para el arco.



**Figura 7. Esquema de proceso de izado de los semiarcos**

El tablero se ejecuta mediante el método de vanos sucesivos con autocimbra. La realización de cada fase consta de las siguientes operaciones: colocación de la autocimbra y encofrados, disposición de las armaduras pasivas, vainas, anclajes y accesorios de pretensado, hormigonado, enfilado de los tendones de pretensado y tesado de los mismos, desencofrado y avance de la autocimbra. En la primera fase se construye el primer vano y un quinto del siguiente. A continuación se avanza la autocimbra, apoyándose en la estructura ya construida y en unos anillos metálicos colocados en las cabezas de los fustes. En las fases sucesivas se ejecutan cuatro quintos de un vano y un quinto del siguiente, para finalizar con la construcción de cuatro quintos del último vano.



**Figura 8. Vista del proceso constructivo del tablero**

## 4. DATOS TÉCNICOS

- Propiedad: Ministerio de Fomento  
Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental.
- Empresa constructora: La Herradura U.T.E.
- Empresa subcontratista: Estructuras y Montajes de Prefabricados S.A.
- Proyecto: PROES Consultores S.A.
- Cuantías de materiales de los tableros:
  - Hormigón HP-40: 0,58 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>
  - Acero activo Y 1860 S7: 21,3 Kg/m<sup>2</sup>
  - Acero pasivo B 500 S: 50 Kg/m<sup>2</sup>
- Cuantías de materiales de los arcos:
  - Hormigón HA-40: 4,49 m<sup>3</sup>/ml
  - Acero pasivo B 500 S: 211,6 Kg/ml