

# EL SISTEMA DE LANZAMIENTO DE VANOS COMPLETOS APLICADO A LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SHEIKH JABER AL-AHMED AL-SABAH

## **Aquilino RAIMUNDO**

Ingeniero Civil

STRUKTURAS AS

Marketing and sales Manager

[ar@strukturadas.no](mailto:ar@strukturadas.no)

## **José Antonio BECERRA MOSQUERA**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.

Ingeniero

[j.a.becerra@avensi.es](mailto:j.a.becerra@avensi.es)

## **Daniel RODRÍGUEZ PEREIRAS**

Ingeniero Técnico Industrial

AVENSI INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN, S.L.

Gerente

[daniel.rodriquez@avensi.es](mailto:daniel.rodriquez@avensi.es)

## **RESUMEN**

El proyecto Sheikh Jaber Al-Ahmad Al-Sabah supone la construcción de una nueva carretera a través de la bahía de Kuwait, uniendo el área del puerto de Shuwaikh, en la parte sur de la bahía, con la nueva ciudad de Subiyah, al norte. La longitud total de la calzada principal es 36km, de los cuales, 27km corresponden a 3 puentes en un entorno marítimo. El Subiyah Bridge, de 7.9 km de longitud, el Shuwaikh Bridge, de 6.5 km de longitud, y el puente principal, de 13.5 km de longitud.

Tanto para el Subiyah Bridge como para el Shuwaikh Bridge, considerando las ventajas que podía ofrecer, se ha optado por una solución constructiva de lanzadera de vanos completos.

## **ABSTRACT**

The Sheikh Jaber Al-Ahmad Al-Sabah causeway provides new strategic highway routes to facilitate planned development to the north of Kuwait City and comprises two discrete elements. The total length of the main causeway is 36km of which 27km is a marine bridge structure. The Subiyah Bridge on the north approach, which is 7.9 km long, the Shuwaikh Bridge on the south approach, which is 6.5 km long, and the main bridge, which is 13.5 km long.

For Subiyah and Shuwaikh bridges there is insufficient water depth to allow a floating crane to operate, and environmental restraints prevent any dredging. Hence for these bridges the segments will be placed using an overhead launching gantry.

**PALABRAS CLAVE:** Lanzadera, Vanos completos prefabricados, hormigón prefabricado

**KEYWORDS:** Launching girder, Precast Fullspan system, Precast concrete

## 1. Introducción y breve descripción del viaducto

El proyecto Sheikh Jaber Al-Ahmad Al-Sabah es uno de los mayores proyectos de construcción de infraestructuras que se construirá en la región del golfo pérsico con una inversión total estimada de 3 billones de dólares, aproximadamente. El proyecto ha sido promovido por el ministerio de trabajos públicos de Kuwait (MPW). Esta nueva carretera generará una nueva ruta estratégica que facilitará el desarrollo urbanístico al norte de la ciudad de Kuwait.

La nueva carretera discurrirá a través de la bahía de Kuwait, uniendo el área del puerto de Shuwaikh, en la parte sur de la bahía, con la nueva ciudad de Subiy ah, al norte. La longitud total de la calzada principal es 36km, de los cuales, 27km corresponden a puentes en un entorno marítimo.



**Figura 1. Imagen del vano principal.**

La parte marítima del proyecto, que tiene una longitud total de 27 km, consta de 3 puentes; el Subiyah Bridge en la aproximación norte, de 7.9 km de longitud, el Shuwaikh Bridge en la aproximación sur, de 6.5 km de longitud, y el puente principal, de 13.5 km de longitud. Entre los tres conectan las dos masas de terreno a través de dos islas artificiales, cada una de un tamaño de 30 ha y en las que se han incorporado infraestructuras de mantenimiento y refugios de emergencia.

El puente principal, une las dos islas, e incluye un vano para la navegación de 120 m de luz y 23 m de altura libre sobre el mar para facilitar el paso de barcos. Este vano es una estructura atirantada con una torre de soporte icónica con estela de vela.

Los segmentos prefabricados del puente principal se colocarán utilizando una grúa flotante con una capacidad de 2000 t.

Para los puentes Subiyah y Shuwaikh, existen una serie de condicionantes que hacen que no sea viable utilizar la grúa flotante. Fundamentalmente, los condicionantes son la falta de calado y las afecciones medioambientales, con lo que vistas estas limitaciones, para estos puentes, se ha decidido usar una lanzadera de vanos completos para colocar los segmentos de puente.

## 2. Ejecución de vanos de aproximación mediante lanzadera de vanos completos

Para la construcción de los vanos de aproximación, como ya se ha comentado, se empleará una lanzadera de vanos completos que coloque directamente los tableros en su posición definitiva.

La empresa STRUKTURAS AS, a través de su filial SDI, ha sido elegida para el desarrollo y suministro de una lanzadera de vanos completos con capacidad de 1800 tn y 60 m para completar el montaje del viaducto mediante la metodología “full span”, dos pórticos de carga de 900 tn cada uno y carros inferiores autopropulsados de transporte de 1800 tn de capacidad.

Los elementos del puente principal y del puente Subiyah son todos tableros prefabricados de hormigón pretensado estándar de 60 m de luz y un peso aproximado de 1725 t.

El puente Shuwaikh incluye secciones en curva y rampas para los enlaces. En este caso, los tableros son de 40 m de longitud máxima, siendo estos de longitud variable, y teniendo un peso máximo de 1050 t.



**Figura 2. Lanzadera de vanos en posición para la colocación de un vano prefabricado**

La estructura principal de la máquina está compuesta por dos cajones rígidos, sobre los cuales se apoyan dos puentes grúa que se encargan de coger los vanos prefabricados y colocarlos en su posición definitiva. El apoyo trasero de la máquina está dimensionado para el peso propio de la máquina, sin contar con la sobrecarga correspondiente al peso de los vanos prefabricados, intentando así que no sea necesario reforzar los tramos de tablero por el método constructivo

utilizado. En el momento en el que la máquina coge carga, se cuenta con un apoyo sobre el carro de transporte de los vanos, consiguiendo así un reparto de las cargas transmitidas al tablero construido que hace innecesario reforzarlo para el método constructivo elegido.

La máquina es totalmente autónoma y auto-lanzable. En primer lugar se avanza la estructura principal junto con los elementos de elevación de carga, para una vez apoyada la máquina sobre la nariz de lanzamiento, pasar a avanzar los apoyos trasero y delantero.



*Figura 3. Lanzadera avanzada, en posición para el movimiento de los apoyos*

## **2.1. Montaje de la lanzadera**

Para el montaje de la lanzadera, ha sido necesaria la colocación previa de 4 vanos completos con la propia grúa marítima, consiguiendo así el espacio necesario para la colocación y el correcto funcionamiento de la máquina y los elementos necesarios a lo largo del ciclo de montaje de los vanos prefabricados.





**Figura 4. Lanzadera montada e iniciando los trabajos de colocación de vanos prefabricados**

## **2.2. Ejecución del tablero**

Dada la geometría del tablero, compuesta de dos calzadas separadas, y un cajón por calzada, la forma más sencilla de montaje es la de colocar los elementos prefabricados correspondientes a las dos calzadas antes de avanzar la máquina, dejando así el tablero completamente terminado.

La secuencia general seguida para el montaje es la siguiente:

1. Elevar los vanos prefabricados para colocarlos sobre los carros de transporte
2. Transportar los vanos durante una distancia de unos 3,5 km aproximadamente, hasta llegar al muelle de carga
3. Una vez en el muelle de carga, otros dos pórticos montan los tableros sobre una pontona para acercarlos al tablero donde van a ser montados.
4. Una vez está la barcaza a pie de tablero, dos grúas flotantes suben los vanos prefabricados a los carros autopropulsados.
5. Los carros autopropulsados transportan los vanos del inicio del viaducto hasta el pie de la lanzadera.
6. La lanzadera coge el tablero prefabricado directamente de los carros de transporte y lo coloca en el siguiente vano.



**Figura 5. Recogida de vanos prefabricados en acopio**



**Figura 6. Transporte de elementos hasta pontona**





**Figura 7. Transporte de cajones prefabricados sobre el tablero acabado**

### **2.3. Ciclos de trabajo**

El sistema de montaje “full span” supone una gran ventaja en cuanto a los plazos finales de obra, ya que se alcanzan rendimientos de montaje de 2 calzadas de un mismo vano al día.

Este rendimiento, unido a la fabricación en tierra de los vanos prefabricados con una pequeña infraestructura hace que los plazos en comparación con otras metodologías se reduzcan drásticamente.

Comparando con otras alternativas de construcción in-situ, como puede ser el hormigonado de tableros con autocimbra, nos encontramos con rendimientos 2 tableros montados al día contra un tablero hormigonado por semana.

Si consideramos el avance en paralelo de los dos tableros, así como la construcción desde ambos extremos de los dos viaductos a la vez, podríamos llegar hasta 8 tableros construidos por semana, que frente a los 10, 12 o hasta 14 que podríamos conseguir con el montaje “full span”, según el número de días trabajados por semana, estaríamos muy por debajo de los rendimientos a los que se podría llegar. Además de esto, no debemos olvidarnos que el construir con 8 MSS o autocimbras en paralelo implicaría el coste de alquiler/compra de estos equipos, lo que también puede ser un elemento determinante.

### 3. Participantes en el proyecto y obra

**Nombre del proyecto:** Sheikh Jaber Al-Ahmad Al-Sabah causeway

**Pais:** Kuwait

**Promotor:** Kuwait Ministry of Public Works

**Financiación:** Private Private Partnership

**Constructora:** Hyundai E&C and Combined Group Contracting

**Ingeniería y suministro de equipos:** SDI, filial de Strukturas AS (Noruega)

### 4. Referencias

[1] Chellingworth, Tony; Karisen, Oyvind; "Weighty Matters", Bridge Design & Engineering, Issue 82, 2016.

[2] "Manual de cimbras autolanzables", Confederación Nacional de la Construcción (CNC), NA-2955/2007.

[3] <http://mainlink.sheikhjabercauseway.com>