

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TABLERO DEL VIADUCTO SOBRE EL RÍO ULLA

### Rubén A. ESTÉVEZ SANCHEZ

Ingeniero de Caminos  
Dirección General de Ferrocarriles.  
Ministerio de Fomento  
Director de Obra  
[raestevez@fomento.es](mailto:raestevez@fomento.es)

### Francisco MILLANES MATO

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
IDEAM S.A.  
Presidente  
[general@ideam.es](mailto:general@ideam.es)

### Miguel ORTEGA CORNEJO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
IDEAM, S.A.  
Director de Ingeniería  
[miguel.ortega@ideam.es](mailto:miguel.ortega@ideam.es)

### Susana LÓPEZ MANZANO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
DRAGADOS.  
Dirección Técnica  
[slopezm@dragados.com](mailto:slopezm@dragados.com)

## RESUMEN

El viaducto sobre el río Ulla se ubica en un entorno natural de extraordinaria belleza en la ría de Arosa. La solución proyectada y construida, ganadora de un concurso de ideas, puso especial cuidado en la integración de la estructura en el entorno, reduciendo el número de pilas en el cauce, y buscando procesos constructivos con la máxima independencia posible de la ría y de sus riberas. Estos condicionantes orientaron la solución hacia una celosía mixta de canto variable, con doble acción mixta en las zonas de flexión negativa, tres vanos principales de 225+240+225 metros de luz y varios vanos tipo de acceso de 120 m de luz, lo que supone un vano principal con una luz un 20% aproximadamente superior al actual record del mundo de su tipología, el puente de Nantenbach, en Alemania, con un único vano central de 208 m de luz.

La descripción de los diferentes procesos constructivos empelados en la ejecución de la celosía metálica del tablero se describe de forma general en esta presentación.

**PALABRAS CLAVE:** Estructura metálica, celosía, doble acción mixta, avance en voladizos, izados, lanzamiento.

### 1. Introducción.

El viaducto sobre el río Ulla [1] en la desembocadura de la ría de Arosa, constituye la actuación de mayor alcance del Eje Atlántico de Alta Velocidad entre Pontevedra y A Coruña. El viaducto se encuentra en ejecución desde finales de 2008, y está previsto concluirlo antes de finales de 2014.

Su ubicación, próxima al estuario de la ría de Arosa, en un entorno natural de extraordinaria belleza y sometido a especiales condicionantes medioambientales, aconsejó a la Dirección General de Ferrocarriles la convocatoria de un concurso de ideas. La propuesta presentada por IDEAM fue finalmente la seleccionada y desarrollada en el proyecto constructivo, orientando la solución a resolver la siguiente problemática:

- cuidar la estética de la solución y a su integración medioambiental en el entorno;

- reducir el número de pilas en el cauce, siempre dentro de los condicionantes técnicos de los viaductos de alta velocidad y de unos costes de ejecución asumibles;
- plantear procesos constructivos lo más independientes del cauce y de sus riberas;
- buscar la máxima transparencia y mínimo impacto visual en el entorno paisajístico.

Estos condicionantes orientaron la solución hacia una celosía mixta de canto variable, con doble acción mixta en las zonas de flexión negativa, tres grandes vanos principales de 225+240+225 metros de luz y varios vanos tipo de acceso de 120 m de luz, lo que supone un vano principal con una luz un 20% superior al actual record del mundo de su tipología, el puente de Nantenbach, sobre el río Main, en Alemania, con un único vano central de 208 m de luz.

## 2. El concepto estructural y breve descripción del Viaducto.

El viaducto tiene una longitud total de 1620 m con una distribución de luces de 50+80+3x120+225+240+225+3x120+80 metros (Figs. 1a, 1b y 1c).



**Figuras 1a, 1b y 1c. Alzado, fotomontaje y estado actual del Viaducto sobre el río Ulla (dic. 2013)**

El tablero se proyecta como una celosía mixta de canto variable en los 5 vanos principales, con 17,90 m de canto sobre apoyos y 9,15 m en centro vano. Los vanos de los viaductos de acceso se proyectan en celosía mixta con un canto constante de 9,15 m.

Las cuatro pilas centrales (P-5 a P-8), de cuidado diseño en forma de copa, se hallan rígidamente vinculadas a la celosía mixta del tablero, configurando un pórtico mixto con la suficiente rigidez en los tres vanos centrales, de 225+240+225 m (Fig. 1), para hacer frente a las exigencias de deformación de la alta velocidad bajo la acción de sobrecargas actuando sobre vanos alternos.

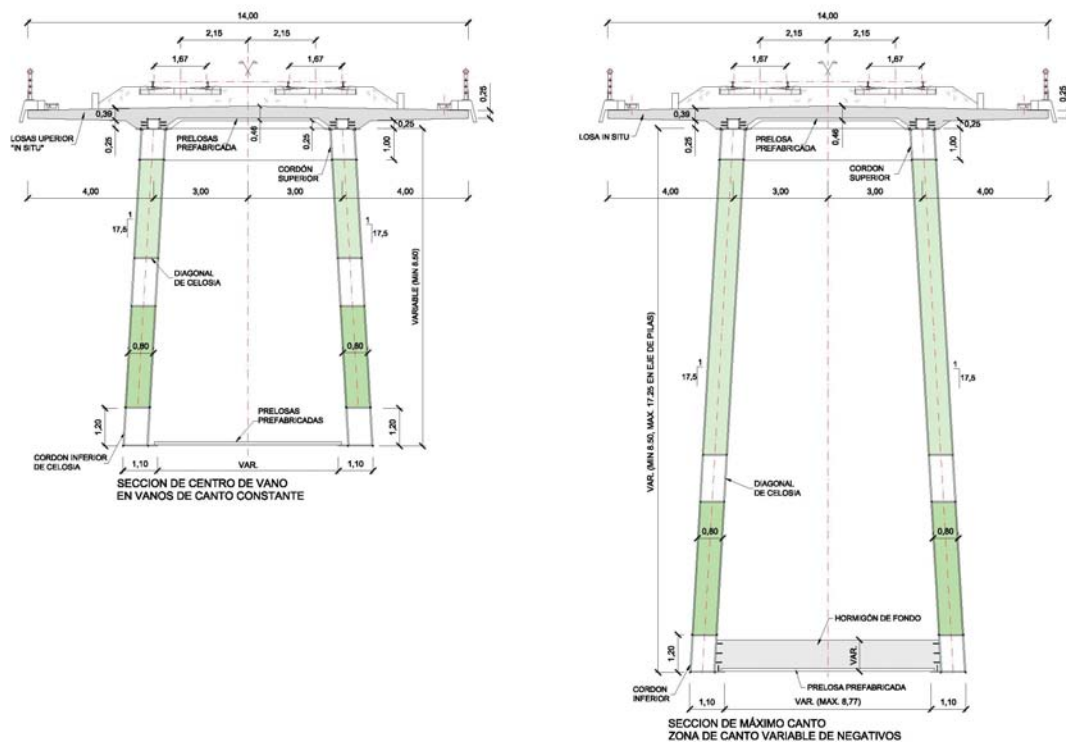
La rigidez de las cuatro pilas principales se ha optimizado de forma que, al mismo tiempo que confieren la necesaria coacción a las rotaciones del tablero, controlan el nivel de flexiones que, a través del efecto pórtico, se transmiten a la cimentación, evitando su sobredimensionamiento.

Por ello, las pilas principales laterales (P-5 y P-8, Figs. 1c y 10), situadas en el extremo exterior de los pórticos de 225 m de luz, se han proyectado con dos tabiques exentos empotrados en la cimentación y cabeza de pila. Se han controlado así los niveles de empotramiento a flexión derivados de la fuerte descompensación de luces, de 225 y 120 m, de los vanos de tablero adyacentes, así como las flexiones derivadas de los desplazamientos impuestos en cabeza de carácter térmico y reológico, sensiblemente superiores a los de las dos pilas centrales (P-6 y P-7) a causa del considerable incremento de su distancia al punto neutro de desplazamientos, del orden de 350 m [1].

El resto de las pilas de los vanos de acceso son convencionales, con sección rectangular y dimensiones variables en longitudinal y transversal, y con sección hueca. Los apoyos del tablero sobre dichas pilas son aparatos de apoyo esféricos libres longitudinalmente con lámina deslizante de UHMWPE (Ultra High Molecular Weight Polyethylene), con características mejoradas frente a los convencionales teflones (PTFE), y con desplazamiento transversal impedido en uno de ellos.

La celosía se modula en segmentos de 15 m con los nudos del cordón superior separados en transversal 6 m y las diagonales inclinadas en la zona de canto constante unos  $45^\circ$  respecto de la horizontal. Los cordones superior e inferior son paralelogramos formados por chapas de acero, con 0,80 m de ancho y cantos de 1,00 m y 1,20 m, respectivamente. Las diagonales tienen una sección similar a la del cordón superior.

Los cordones superiores presentan, soldada a su ala superior, una cabeza superior cerrada adicional, embebida en la losa de hormigón, a la que se sueldan los conectadores lateralmente, lo que permite aproximar el eje de transferencia de la conexión al baricentro de la losa superior, reduciendo así las flexiones parásitas por excentricidad en la citada conexión (Fig. 2).



**Figura 2. Secciones transversales tipo.**

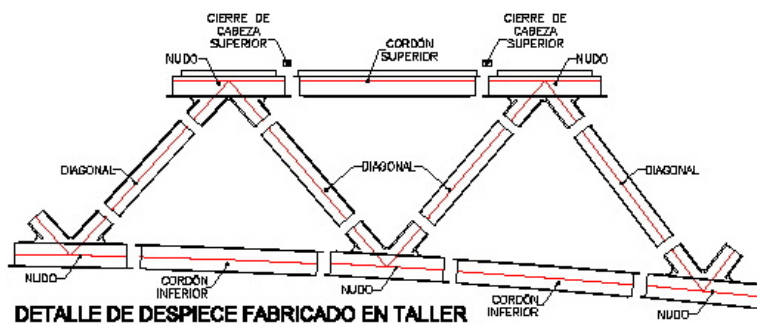
El acero de la celosía es de calidad S355-J2+N y S355-K2+N (para chapas superiores a 60 mm) para los vanos de acceso y de calidad termomecánica S-460-M y S-460-ML (para chapas superiores a 65 mm) en los tres vanos centrales de canto variable y mayor luz.

La losa superior tiene un canto variable entre 0,46 y 0,25 m. El hormigón in situ, HA-35, se ejecuta sobre losas prefabricadas colaborantes isostáticas en la zona entre celosías. Las zonas de voladizos laterales se hormigonan mediante carros de encofrado de voladizos laterales.

El hormigón de fondo, HA-50, se ubica entre los cordones metálicos inferiores de la celosía, conectándose a los mismos para materializar la doble acción mixta en las zonas sometidas a flexión negativa. En las zonas de centro de vano se da continuidad al hormigón inferior con un cierre simplemente formal no estructural, para garantizar y facilitar las tareas de inspección y mantenimiento.

### 3. Concepción de la estructura metálica

Con objeto de poder manipular, fabricar y transportar los elementos metálicos a obra, las celosías metálicas del tablero se descomponen en los elementos simples siguientes (Fig. 3): nudos superiores, cordones superiores, diagonales, nudos inferiores, cordones inferiores, montantes horizontales y arriostramientos en cruz.



**Figura 3. Despiece de elementos simples en la fabricación en taller**

Ejecutados los elementos individuales de cada dovela, en función de cada caso y previamente al transporte a obra, se sueldan en subconjuntos mayores: nudo+cordón, o nudo+cordón+nudo. Estos subconjuntos y el resto de elementos simples (diagonales, montantes horizontales y arriostramientos) se transportan a obra para posteriormente terminar de ejecutar, en los parques de montaje de obra, las dovelas de la celosía (ver refs. [1] y [2]).

Para poder controlar la ejecución de este viaducto tan singular, se ha concebido, desde la fase de proyecto, un complejo sistema de control de calidad que ha permitido la ejecución con garantías, y que se describe con detalle en la ref. [3].

La concepción de los detalles de soldaduras, transiciones y encuentros, así como las uniones entre piezas individuales, y las uniones entre dovelas, se describe con detalle en la ref. [4], poniendo énfasis en las precauciones a adoptar en relación con la resistencia frente a fatiga.

### 4. Descripción del proceso constructivo del tablero.

El proceso constructivo de las cimentaciones del viaducto, de especial complejidad sobre todo en las tres pilas con cimentación en el cauce (P-5, P-6 y P-7), se describe con detalle en la ref. [5].

El proceso constructivo tablero del viaducto sobre el río Ulla, objeto principal de esta ponencia, está muy condicionado por las limitaciones impuestas por la ría. Con tres zonas claramente diferenciadas, se han empleado tres diferentes procedimientos constructivos que se adecúan a las tres zonas: vanos de acceso de la margen izquierda, del lado Catoira (Pontevedra), los vanos de acceso de la margen derecha, del lado Rianxo (A Coruña), y los 5 vanos principales centrales de canto variable.

#### 4.1. Ejecución de los vanos de acceso de la margen izquierda mediante lanzamiento

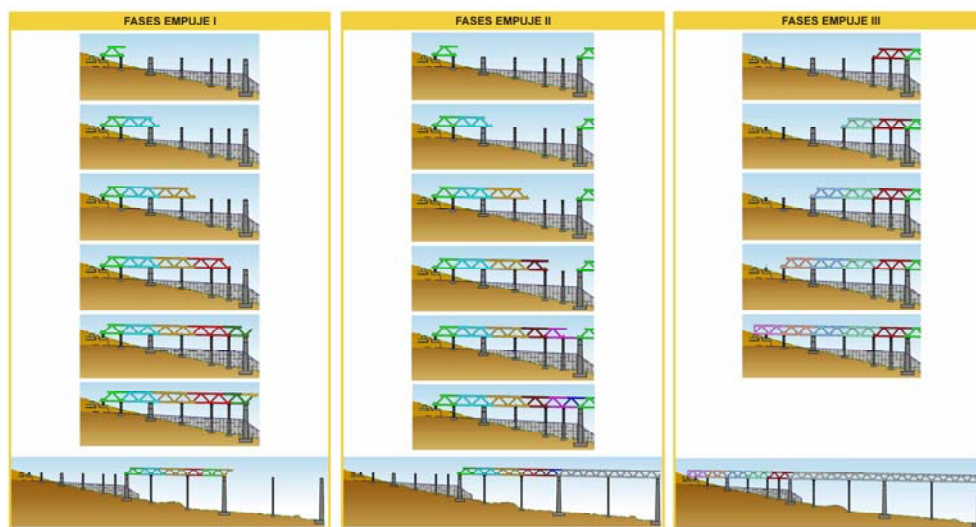
La ejecución de la estructura metálica de los cuatro vanos de acceso de canto constante de la margen izquierda, de 50+80+120+120 m, situados entre el E-1 y la P-4, se concibieron en la fase de proyecto mediante un proceso de izado por dovelas soldadas sobre apeos provisionales materializando, tras el desapeo, el esquema de viga continua.

Tras la adjudicación de la obra, la UTE río Ulla estudió un proceso de montaje alternativo, adaptando el proceso constructivo original, mediante el lanzamiento de los vanos 3 y 4 (entre las pilas P-2 y P-4), debido a las dificultades de acceso a esas zonas para las dovelas y grúas, junto con las dificultades impuestas por el cruce bajo la traza de dos carreteras entre P-2 y P-3, y de una línea de ferrocarril cercana a la P-4.

Esta adaptación en la ejecución de los vanos de canto constante de la margen izquierda, respeta los criterios generales de mantener una estructura resistente en viga continua, empleando la zona entre el E-1 y la P-2 como parque de ensamblaje de dovelas en altura sobre apeos, análogo al montaje originalmente previsto en proyecto, pero evitando los izados entre P-2 a P-4.

La cercanía de un túnel tras el E-1, perteneciente además al tramo anterior adjudicado a otra constructora, obligó a materializar el parque de lanzamiento avanzado en altura sobre apeos provisionales y aprovechando las pilas P-1 y P-2 definitivas.

El proceso completo de ejecución de los cuatro vanos se materializa en tres fases, tal y como se representa en el esquema de la figura 4.



**Figura 4. Secuencias del proceso de ejecución y del lanzamiento de los vanos 1 al 4**

En la primera fase se ejecuta en el parque de lanzamiento sobre apeos y las pilas P-1 y P-2, ubicado entre el E-1 y la P-2, el vano 4 de 120 m de longitud, izando las dovelas mediante grúas (Fig. 5a). Concluido el tramo, se realiza el primer lanzamiento, avanzando el tramo de 120 m desde la P-2 hasta la P-3 (Figs. 5b y 5c).

El lanzamiento se realiza desde una estructura auxiliar anclada a la P-2, y dado que el tramo presenta una pendiente longitudinal descendente del -1,8%, el tramo se sujeta de forma continua mediante el empleo de una retenida anclada al E-1. En la fase de lanzamiento, se va soltando la retenida y se tira desde los gatos ubicados en P-2.

Entre P-2 y P-3 se disponen dos apeos intermedios, que según las fases servirán de apoyo al tramo lanzado, reduciendo la luz del voladizo frontal (Fig. 5b). Varios de los apeos dispuestos

entre el E-1 y la P-2 sólo trabajan durante las fases provisionales de ensamblaje y no se emplean durante en el empuje.



**Figuras 5a, 5b y 5c. Izado de dovelas, imagen del primer lanzamiento y tramo lanzado entre P-2 y P-3**

La segunda fase del proceso de lanzamiento implica el izado de las dovelas del vano 3 en el parque de lanzamiento entre E-1 y P-2 soldado de forma continua con el tramo previamente lanzado.

Concluido el tramo, se procede al segundo lanzamiento de los vanos 3 y 4 de 240 m de longitud, desde la P-3 hasta su llegada a la P-4 (120 m).

La figura 6a muestra el inicio de la segunda fase de lanzamiento saliendo de P-3, y la figura 6b el tramo completo ya lanzado entre P-3 y P-4. Entre P-3 y P-4 se dispone de un apeo intermedio, que reduce la luz del voladizo frontal a 60 m (Figs. 6a y 6b). La imagen de la figura 6c muestra la ejecución de la fase 3 (Fig. 4) de izado mediante grúas de las dovelas del tramo comprendido entre P-2 y el E-1.



**Figuras 6a, 6b y 6c. Segunda fase de lanzamiento, tramo de 240 m ya lanzado entre P-3 y P-4 y ejecución de fase 3 (dic. 2013)**

La descripción detallada del proceso de lanzamiento, los criterios seguidos en relación a la disposición de gatos en parte de los apoyos provisionales del lanzamiento, de forma que se pueda controlar directa o indirectamente la reacción en cada apoyo durante todo el proceso, así como las distintas fases intermedias de los dos lanzamientos, junto los elementos auxiliares necesarios para realizar la operación: gatos y patines abatibles de punta, gatos de cola, orejetas de enganche de las unidades del lanzamiento y de las de retenida, así como el resto de medios auxiliares, se describirán con detalle en la ponencia de la ref. [5].

#### **4.2. Ejecución de los vanos de acceso de la margen derecha mediante izado**

El tramo de los tres vanos de acceso de canto contante de la margen derecha del río Ulla, comprendido entre las pilas P-9 y el estribo E-2, de 120+120+80 m respectivamente, se resolvió en la fase de proyecto mediante un proceso análogo al descrito para la otra margen, mediante el izado por dovelas soldadas sobre apeos provisionales materializando, tras el desapeo, el esquema de viga continua.

Entre la pila P-9 y el E-2, no hay ningún impedimento ni dificultad inferior, y tras el estudio de la secuencia constructiva, la UTE río Ulla propuso adaptar la secuencia original, ejecutando de forma apeada junto al terreno y con mejor acceso para trabajar a menor altura, los tres vanos sobre dados de apeo de altura reducida en la sobra del tablero definitivo, para posteriormente realizar el izado de los tres vanos completos, uno a uno. La secuencia de ejecución e izado se describe en el esquema de la figuras 7a, y 7b.



**Figuras 7a y 7b. Secuencia del proceso de izado de los vanos laterales 10, 11 y 12.**

En la actualidad (dic. 2013) se han concluido los tres vanos (Figs. 8a y 8b), que se encuentran en posición en la sombra del tablero, y se están concluyendo las labores de ejecución de las dovelas cero a disponer en cabeza de pilas (la del E-2 ya está colocada en posición). Está previsto que las operaciones de izado de los tres vanos se realicen en los primeros meses de 2014.



**Figuras 8a y 8b. Secuencia del proceso de izado de los vanos laterales 10, 11 y 12.**

El izado del primer vano (el vano 12) ubicado junto al E-2, de unas 465 t de peso, se materializa empotrando de forma provisional la dovela cero anclándola al estribo en su parte superior, y disponiendo unas cajas de arena a modo de tope en su parte inferior, que reaccionen contra el estribo. La dovela cero situada sobre la P-11 al tener forma de delta, y encontrarse articulada en su apoyo provisional sobre la pila, se empotra temporalmente desde su ubicación, para evitar su vuelco, hasta el instante previo al izado, instante en el que se enganchan los cables de izado al extremo del vano 12 a izar, y se sujeta con los cables de retenida anclados al tramo anterior, que tiene mayor peso, evitando así que pueda volcar durante el izado, liberando para la operación el empotramiento provisional a torsión.

La operación de izado se realizará controlando la reacción de izado y la reacción de la retenida, así como la geometría de la dovela cero.

Una vez izado el primer tramo se fijará provisionalmente el vano en altura a las dovelas cero de sus dos extremos, y con el tramo arriostrado provisionalmente se soldará en posición, una vez que las uniones estén correctamente ajustadas. Se han previsto carretes con demasías en cada

extremo de cordón y diagonal para poder ajustar con mayor rapidez y facilidad la unión de las piezas a unir en altura.

Concluido el primer izado y con la dovela cero de P-10 en posición se puede proceder al izado del tramo del vano 11 entre P-10 y P-11. Este tramo de unas 900 t de peso total y 120 de longitud entre ejes de apoyos, debe compensarse del lado del vano 10, con un vano de características y peso similares, por lo que para sujetar provisionalmente de forma segura la dovela cero sobre P-10 será necesario disponer de un lastre adicional que aumente la seguridad y evite el posible vuelco de la dovela de cabeza de pila durante la operación.

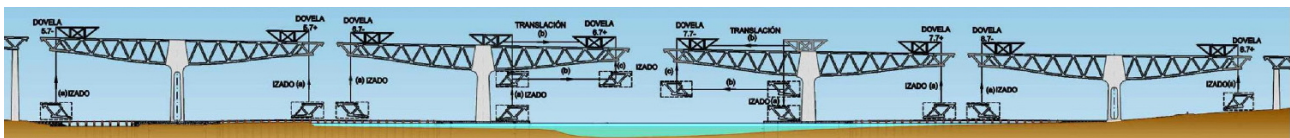
El tercer y último izado se materializa con el izado del tramo entre P-9 y P10, de unas 965 t de peso, izado desde los dos extremos ya soldados en continuidad con los vanos adyacentes. Está previsto que la dovela cero inicialmente prevista sobre P-9 ya esté soldada en continuidad con el tramo de canto variable desde P-8 a P-9, por lo que no será necesario empelar el anclaje de retenida inicialmente previsto contra un muerto anclado en el terreno (Fig. 7a).

La descripción detallada del proceso de izado de estos tres vanos así como los elementos auxiliares necesarios para realizar la operación se describirán con más detalle en la ponencia de la ref. [6].

#### 4.3. Ejecución de los vanos centrales de canto variable por avance en voladizos sucesivos

Los cinco vanos principales del viaducto de canto variable comprendidos entre las pilas P-4 y P-9 de 120+225+240+225+120 m se ejecutan, tal y se concibió desde el origen en proyecto, mediante el avance por voladizos sucesivos compensados de la estructura metálica desde las 4 pilas centrales (Fig. 9). Se izan dovelas de 15 m de longitud y ancho completo y su transporte hasta su posición de izado se efectúa mediante el empleo de una base inferior tractora de múltiples ejes giratorios, con acceso siempre por tierra gracias al pantalán de acceso ejecutado desde P-4 hasta P-6 y desde P-8 hasta P-7.

Mediante este proceso constructivo, los vanos de canto variable se independizan del terreno inferior, sin afectar al cauce principal, a las marismas ni a la vegetación de ribera, condicionantes de obligado cumplimiento a respetar desde las bases del concurso del proyecto.



**Figura 9. Esquema del avance por voladizos sucesivos en los 5 vanos centrales de canto variable**

La ejecución del tablero desde las 4 pilas centrales se realiza mediante el empleo de 4 carros de izado, dos de ellos fijos y dos móviles (con capacidad para moverse con una dovela cargada, aunque en ocasiones trabajan como fijos), con la ejecución simultánea desde dos pilas a la vez. En la actualidad (dic. 2013) se están ejecutando los voladizos de las pilas P-5 y P-8, y una vez concluidos esos tramos se ejecutarán los tramos desde las dos pilas centrales P-6 y P-7.

Los izados de las dovelas de todos los vanos se realizan mediante izados verticales, con los carros trabajando en posición fija, gracias al acceso mediante el pantalán [4], salvo en el caso de las dovelas del vano central, en el que sólo hay acceso a la base de las pilas P-6 y P-7. Para evitar tener que realizar el izado de todas las dovelas del tramo central desde barcazas, se ha previsto que los carros móviles puedan recoger la dovela en la base de la pila, izarla a una altura



intermedia, trasladarse con la dovela hasta su posición en la vertical en el extremo del voladizo, para concluir el izado vertical hasta la fijación en posición de la dovela (Fig. 9).



**Figura 10. Diferentes vistas del avance por voladizos sucesivos compensados. Pila 5 en primer plano**

La compleja operación de ejecución e izado de las dovelas cero de arranque de cada tramo de canto variable, de unas 750 t de peso, que quedan parcialmente embebidas en las cabezas de las 4 pilas centrales, se describe con detalle en la ponencia [7], y todos los medios auxiliares necesarios para el izado de dovelas por voladizos sucesivos: los carros fijos y móviles, las plataformas de acceso vinculadas a los carros para poder soldar las uniones de cordones, nudos y diagonales, los elementos de arriostamiento provisionales que se disponen en los extremos de las dovelas de canto variable, y los procesos previstos para la realización del cierre de vanos en clave, se describen con detalle en la ponencia [8]

Una vez completado el montaje de la estructura metálica, o de forma simultánea pero sin inducir esfuerzos sobre ella, con el decalaje de algún vano, se procederá a realizar el hormigonado inferior del tablero en todo el puente, en negativos colaborante y en positivos sólo mediante un cierre para permitir el acceso para inspección y mantenimiento.

Concluido el hormigón de fondo, se procederá a realizar un descenso simultáneo y controlado de 25 cm de los apoyos de las pilas P-4 y P-9, con objeto de reducir las flexiones en las pilas principales adyacentes P-5 y P-8 por efecto pórtico con tramos adyacentes descompensados (225 m y 120 m de luz).

A continuación se colocan las prelosas superiores en celosía entre los cordones superiores, y se realizará el hormigonado de la losa superior a todo el ancho mediante el empleo de un carro de hormigonado con encofrados para los voladizos laterales.

El hormigonado de la losa se realizará, como es habitual en puentes mixtos con losa armada, siguiendo una secuencia que evite la fisuración bajo peso propio de las zonas de negativos, hormigonando en cada tramo primero la zona del centro del vano y posteriormente la zona de

negativos sobre pila, poniendo especial cuidado en el método de curado que evite la fisuración temprana por retracción de la losa.

## 5. Principales participantes en el proyecto y obra

**Propiedad:** Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento / ADIF

**Dirección de Obra:** Dirección General de Ferrocarriles. Ministerio de Fomento / ADIF

D. Rubén Estévez (Director de Obra)

**Constructora:** UTE río Ulla. Dragados-TECSA.

**Entidad de Control del Contratista:** AMT

**Talleres Metálicos:** Ascamón-Joama / Martifer / Emesa / Dizmar

**Proyecto de la Estructura:** IDEAM S.A.: Francisco Millanes, Luis Matute, Miguel Ortega, Carlos Gordo.

**Asesoría especializada en estructuras a la D.O.:** IDEAM S.A.: Francisco Millanes, Miguel Ortega, Pedro Atanasio, Adrián Sanchez, Juan L. Mansilla, Jokin Ugarte, Carlos Gordo.

**Asistencia Técnica a la Dirección de Obra:** TYPESA.

**Entidad de Control de la Dirección de Obra:** Applus.

**Apoyo Técnico a la Constructora:** Servicios Técnicos de Dragados y Fhecor.

## 6. Referencias

- [1] MILLANES F., MATUTE L., ORTEGA M., GORDO C. "El viaducto sobre el río Ulla en el eje Atlántico de Alta Velocidad: una celosía mixta de 240 m de luz". *V Congreso ACHE*. Barcelona. Oct- 2011.
- [2] MILLANES F., ORTEGA M., ATANASIO P., MANSILLA J.L, MOURIÑO D. "Concepción de los detalles de la estructura metálica del viaducto del río Ulla". *VI Congreso ACHE*. Madrid. Jun- 2014.
- [3] ESTÉVEZ R.A., MILLANES F., ORTEGA M., FERRANDIS A. "Nuevos planteamientos en el control de la ejecución de puentes metálicos: el viaducto mixto sobre el río Ulla". *V Congreso ACHE*. Barcelona. Oct- 2011.
- [4] LÓPEZ S., MUÑOZ I., TARQUIS F., MILLANES F., ORTEGA M., ESTÉVEZ R., BURBANO G. "Ejecución de las cimentaciones del viaducto del río Ulla en la ría de Arosa". *V Congreso ACHE*. Barcelona. Oct- 2011.
- [5] LÓPEZ S., TARQUIS F., MOURIÑO D., SANCHEZ J., ESTÉVEZ R.A., ORTEGA M. "Ejecución de los vanos de acceso del viaducto del río Ulla de la margen izquierda mediante lanzamiento". *VI Congreso ACHE*. Madrid. Jun- 2014.
- [6] MOURIÑO D., LÓPEZ S., SANCHEZ J., TARQUIS F., ESTÉVEZ R.A., ORTEGA M. "Izado de los vanos de acceso de la margen derecha del viaducto del río Ulla". *VI Congreso ACHE*. Madrid. Jun- 2014.
- [7] SANCHEZ J., CORRES H., MOURIÑO D., ESTÉVEZ R.A., ORTEGA M, BECERRA J.A. "Fabricación e izado de las dovelas de arranque de los vanos principales del viaducto para el FFCC del río Ulla". *VI Congreso ACHE*. Madrid. Jun- 2014.
- [8] CORRES H, TARQUIS F., SANCHEZ J., CHICO P., ORTEGA M., ESTÉVEZ R.A. "Ejecución de los vanos de canto variable por avance en voladizos sucesivos del viaducto del río Ulla". *VI Congreso ACHE*. Madrid. Jun- 2014.