

## VIADUCTOS DE ALTA VELOCIDAD DE SALUBITA, SAN ESTEBAN, OASKA Y LUZURIAGA

### Luis MATUTE RUBIO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
IDEAM, S.A.

Director General

[Luis.matute@ideam.es](mailto:Luis.matute@ideam.es)

### Daniel MARTÍNEZ AGROMAYOR

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
IDEAM, S.A.

Jefe de Proyectos

[daniel.martinez@ideam.es](mailto:daniel.martinez@ideam.es)

### Javier ENCINAS LÓPEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
ISOLUX CORSÁM

Jefe del Servicio de Estructura y Edificación

[javier.encinas@isoluxcorsan.es](mailto:javier.encinas@isoluxcorsan.es)

### Javier TORRICO LIZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
FHECOR, S.A.

Jefe Departamento de Obra Civil

[jatl@fhedor.es](mailto:jatl@fhedor.es)

### Cristina SANZ MANZANEDO

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
FHECOR, S.A.

Jefe de Equipo

[csm@fhedor.es](mailto:csm@fhedor.es)

## RESUMEN

Dentro del Proyecto Constructivo del Tramo Tolosa-Hernialde perteneciente a la Línea de Alta Velocidad de la nueva red ferroviaria del País Vasco, en el sector Este del ramal Guipuzcoano, se encuentran los Viaductos de Salubita, San Esteban, Luzuriaga y Osaka.

En los 4 viaductos la sección transversal del tablero es un cajón de hormigón con 3,94 m de canto en su eje y 14,0 m de ancho de plataforma. Sobre la plataforma se dispone doble vía de ferrocarril de Alta Velocidad sobre placas de hormigón (vía en placa).

En el caso de los Viaductos de Salubita, Luzuriaga y Oaska, se realiza una solución integral, disponiéndose transmisores de impacto 'STU' en cada extremo de los Viaductos. Esta solución resulta singular dentro de las soluciones convencionales que se emplean en las líneas de Alta Velocidad Española, presentando una serie de ventajas muy interesantes.

**PALABRAS CLAVE:** Viaducto, Alta Velocidad, STU, transmisores de impacto, Viaducto integral, Viaduct, High Speed Rail, Integral Bridge, STU, Shock Transmission Units

### 1. Introducción

Dentro del Proyecto Constructivo del Tramo Tolosa-Hernialde perteneciente a la Línea de Alta Velocidad de la nueva red ferroviaria del País Vasco, en el sector Este del ramal Guipuzcoano, se encuentran los Viaductos de:

- Salubita (Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado de 3 vanos continuos de 34,0+57,0+50,6 m);
- San Esteban (Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado de 5 vanos continuos de 40,0+3x50,0 +40 m);

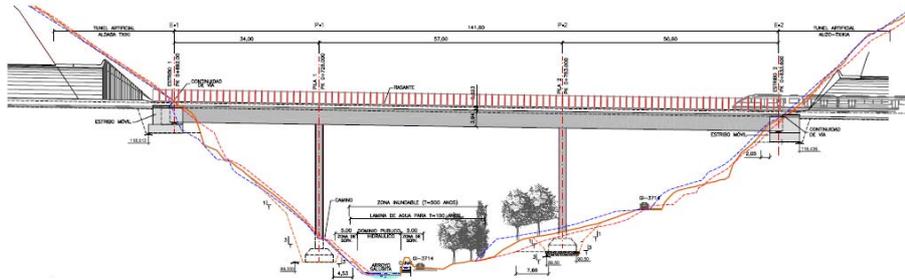
- Luzuriaga (Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado de 2 vanos continuos de 46,0+ 52,0 m);
- Osaka (Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado de 2 vanos continuos iguales de 48,35 m.).

En el caso de los Viaductos de Salubita, Luzuriaga y Oaska, se realiza una solución integral, disponiéndose transmisores de impacto 'STU' en cada extremo de los Viaductos. Esta solución resulta singular dentro de las soluciones convencionales que se emplean en las líneas de Alta Velocidad Española, presentando una serie de ventajas muy interesantes.

## 2. Descripción de los Viaductos

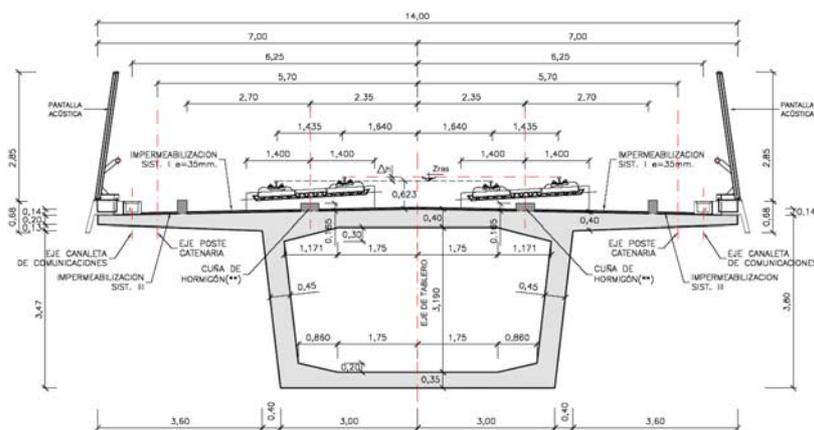
### 2.1. Viaducto sobre el arroyo Salubita.

El Viaducto sobre el arroyo Salubita tiene una longitud de 141,6 m. Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado HP-45 de 3 vanos continuos de 34,0 57,0 y 50,6 m. La esbeltez máxima es de L/14,5 en el vano central.



**Figura 1. 2.1. Viaducto sobre el arroyo Salubita.**

La sección transversal del tablero es un cajón de hormigón con 3,94 m de canto en su eje y 14,0 m de ancho de plataforma. El ancho del fondo de cajón es de 6,0 m. Sobre la plataforma se disponen dos vías de ferrocarril de Alta Velocidad sobre unas placas de hormigón (vía en placa).

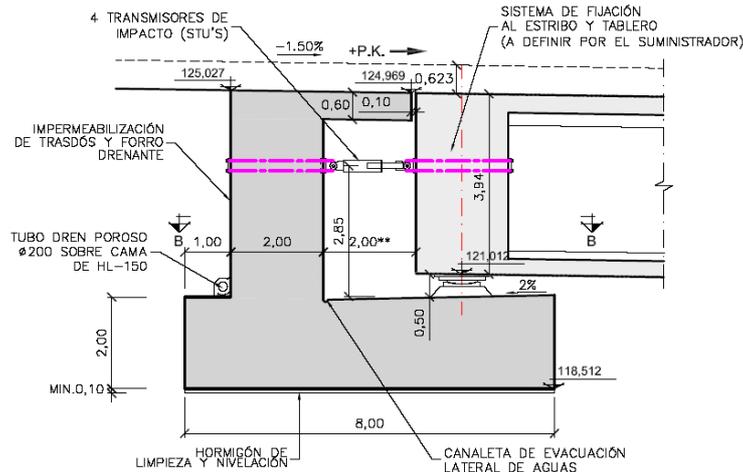


**Figura 2. Viaducto sobre el arroyo Salubita. Sección transversal.**

El tablero está empotrado a unas pilas rectangulares huecas de 1,80 m de canto longitudinal y 6,0 m de canto transversal. La altura de los fustes es de entre 25 y 30 metros. El empotramiento pila-tablero no tiene afección estructural en cuanto al comportamiento a flexión del tablero debido a que la rigidez de éstas es mucho menor que la del tablero.

Los estribos son de poca altura y el tablero apoya directamente sobre la cimentación de los mismos, no teniendo por tanto muro frontal.

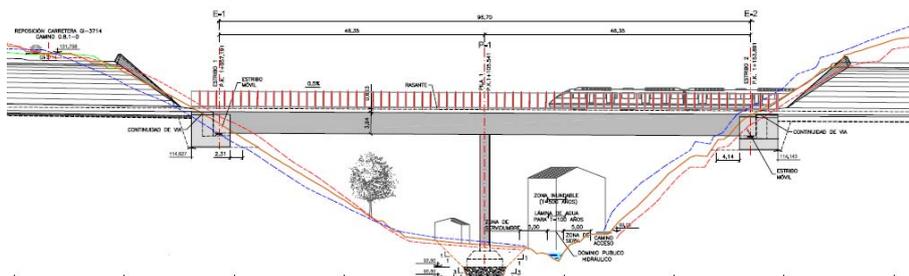
El viaducto tiene continuidad de vía en ambos estribos. Para hacer frente a las cargas longitudinales rápidas, es decir, frenado y arranque, viento y sismo se disponen cuatro transmisores de impacto 'STU' en cada extremo del tablero de 125 t cada uno (en rotura) que unen estribo y tablero. Las acciones horizontales lentas, es decir, los movimientos impuestos debido a reológicos y térmico no producen fuerzas en los STU. El movimiento impuesto en las pilas es muy pequeño y asumible por las pilas flexibles.



**Figura 3. Viaducto sobre el arroyo Salubita Transmisores de impacto 'STU' en estribo.**

## 2.2. Viaducto sobre el arroyo Oaska.

El Viaducto sobre el arroyo Oaska tiene una longitud de 96,7 m. Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado HP-45 de 2 vanos continuos iguales de 48,35 m. La esbeltez máxima es de  $L/12,3$ .

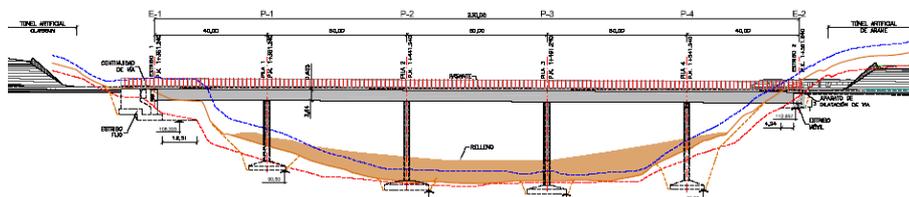


Los estribos son de poca altura y el tablero apoya directamente sobre la cimentación de los mismos, no teniendo por tanto muro frontal.

El viaducto tiene continuidad de vía en ambos estribos. Para hacer frente a las cargas longitudinales rápidas, es decir, frenado y arranque, viento y sismo se disponen dos transmisores de impacto 'STU' de 175 t cada uno (en rotura) en cada extremo del tablero que unen estribos y tablero. Las acciones horizontales lentas, es decir, los movimientos impuestos debido a reológicos y térmico no producen fuerzas en los STU. El movimiento impuesto en las pilas es muy pequeño y asumible por las pilas flexibles.

### 2.3. Viaducto sobre la "cantera" de San Esteban.

El Viaducto sobre la "cantera" de San Esteban tiene una longitud de 230 m. Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado HP-45 de 5 vanos continuos de 40,0 3x50 m. y 40m. La esbeltez máxima es de  $L/12.7$  en el vano central.



**Figura 5. Viaducto sobre la "cantera" de San Esteban.**

La sección transversal del tablero es un cajón de hormigón con 3,94 m de canto en su eje y 14,0 m de ancho de plataforma. El ancho del fondo de cajón es de 6,0 m. Sobre la plataforma se disponen dos vías de ferrocarril de Alta Velocidad sobre unas placas de hormigón (vía en placa). Entre las vías se dispone un escape.

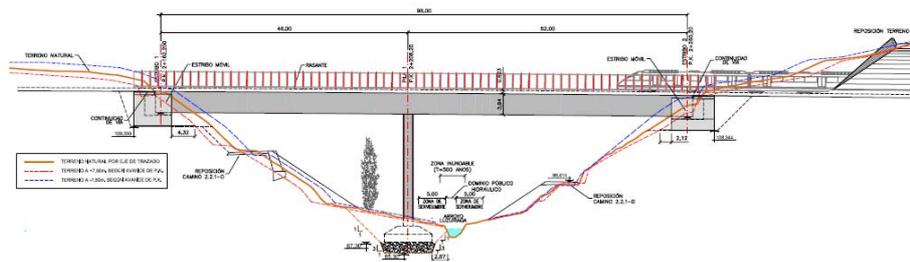
Las pilas son rectangulares huecas de 2,30 m de canto longitudinal y 6,0 m de canto transversal. La altura de los fustes es de entre 25 y 30 metros. El tablero se empotra en las pilas 1, 2 y 3; el apoyo del tablero en la pila 4 y en los estribos se resuelve mediante aparatos de apoyo. El punto fijo longitudinal del tablero se dispone en el estribo 1.

El empotramiento pila-tablero no tiene afección estructural en cuanto al comportamiento a flexión del tablero debido a que la rigidez de éstas es mucho menor que la del tablero.

El viaducto tiene continuidad de vía en el estribo 1 y un aparato dilatador de vía en el estribo 2. Para hacer frente a las cargas longitudinales que solicitan el tablero, este se ancla al estribo 1 mediante barras postesadas. Esta reacción horizontal se introduce en los alzados del estribo para poder ser transmitida a la cimentación.

### 2.4. Viaducto sobre el arroyo Luzuriaga.

El Viaducto sobre el arroyo Oaska tiene una longitud de 98,0 m. Está formado por un dintel recto de hormigón pretensado HP-45 de 2 vanos continuos de 46,0 y 52,0 m. La esbeltez máxima es de  $L/13,2$  en el vano 2.



**Figura 6. Viaducto sobre el arroyo Luzuriaga.**

La sección transversal del tablero es un cajón de hormigón con 3,94 m de canto en su eje y 14,0 m de ancho de plataforma. El ancho del fondo de cajón es de 6,0 m. Sobre la plataforma se disponen dos vías de ferrocarril de Alta Velocidad sobre unas placas de hormigón (vía en placa).

El tablero está empotrado a la pila de sección rectangular huecas de 1,80 m de canto longitudinal y 6,0 m de canto transversal. La altura del fuste es de 21 metros aproximadamente. El empotramiento pila-tablero no tiene afección estructural en cuanto al comportamiento a flexión del tablero debido a que la rigidez de ésta es mucho menor que la del tablero.

Los estribos son de poca altura y el tablero apoya directamente sobre la cimentación de los mismos, no teniendo por tanto muro frontal.

El viaducto tiene continuidad de vía en ambos estribos. Para hacer frente a las cargas longitudinales rápidas, es decir, frenado y arranque, viento y sismo se disponen dos transmisores de impacto 'STU' de 175 t cada uno (en rotura) en cada extremo del tablero que unen estribos y tablero. Las acciones horizontales lentas, es decir, los movimientos impuestos debido a reológicos y térmico no producen fuerzas en los STU. El movimiento impuesto en las pilas es muy pequeño y asumible por las pilas flexibles.



**Figura 7. Viaducto de Salubita en construcción.**



**Figura 8. Viaducto de Salubita en construcción.**

### 3. Ventajas de los transmisores de impacto 'STU'

Como bien se ha comentado, en el caso de los Viaductos de Salubita, Luzuriaga y Oaska, se realiza una solución integral, disponiéndose transmisores de impacto 'STU' en cada extremo de los Viaductos. Esta solución resulta singular dentro de las soluciones convencionales que se

emplean en las líneas de Alta Velocidad Española, presentando una serie de ventajas muy interesantes:

- elimina los apoyos en pilas y, por tanto, sus futuras inspecciones y sustituciones,
- evita la disposición de aparatos de dilatación de vía,
- y reduce el tamaño de los estribos, al repartir la fuerza de frenado y arranque entre ambos estribos, y reducir al mínimo las fuerzas derivadas a efectos movimientos reológicos y térmicos. Esta reducción del tamaño de los estribos, en la laderas tan escarpadas que existen y con la proximidad de los túneles, ha sido crucial en el caso de estos Viaductos.

Los transmisores de impacto 'STU' sirven para hacer frente a las cargas longitudinales rápidas, es decir, frenado y arranque, viento y sismo, llevando la carga simultáneamente a ambos estribos. De esta manera, las acciones horizontales lentas (movimientos impuestos debido a reológicos y térmico) no producen fuerzas significativas en los STU. Asimismo, el movimiento impuesto en las pilas es muy pequeño y asumible por las pilas, que se diseñan para ser lo más flexibles posibles.

Por ejemplo, si analizamos el Viaducto de Salubita con 141m de longitud, si se hubiera realizado una solución convencional, uno de los estribos se debería haber dimensionado con un fuerza longitudinal:

- |  |        |
|--|--------|
| - Fuerza de frenado y arranque: $2 \times 1.21 \times 140t + 120t =$ | 460t   |
| - Interacción vía-estructura:  | 220t   |
| - Fuerza de rozamiento: $45 \times 0.03 \times 140 =$                | 189t   |
| - Viento Longitudinal:   | 43t    |
| • Total  | 912t : |

Sin embargo, con la solución propuesta, los transmisores de impacto permiten los movimientos de térmico y reológicos, y tiene como punto fijo el centro del puente, por lo que las fuerzas fundamentales a considerar sería:

- la mitad de la fuerza de frenado y arranque,
- junto con la fuerza mitad del viento,

todo ello, con un coeficiente de seguridad de reparto, para tener en cuenta un posible reparto desigual entre los estribos, el cual se adopto de 1.20. Todo ello supone, que los estribos finalmente dimensionados, solo han tenido que dimensionarse para una fuerza de  $\approx 300t$ , notablemente menor de la que se hubiera tenido en el caso de adoptar una solución convencional de estribo fijo  $\approx 910t$ .

Por último, es de citar que en estos Viaductos había que considerar una pequeña fuerza debida al sismo, que dada su pequeño valor no fue condicionante y por tanto la solución fue adecuada. En caso de fuerzas de sismo mayores, la solución hubiera sido la misma, pero en vez de utilizar transmisores de impacto 'STU', hubiera sido necesario utilizar amortiguadores viscosos capaces de atenuar la fuerza de sismo (de esta manera en a base al movimiento permitido se podría haber llegado a fuerzas próximas a las frenado, arranque y viento).



**Figura 9. Transmisores de impacto ‘STU’ en estribo.**

#### 4. Conclusiones

Para Viaductos con luces medias (150-200m) y pilas flexibles, la utilización de los transmisores de impacto ‘STU’ es una solución alternativa a la convencional de recoger todas las fuerzas longitudinales en uno de los estribos. Dichos transmisores de impacto ‘STU’ permiten la eliminación de los aparatos de dilatación junto con la supresión del mantenimiento de los aparatos de apoyo en las pilas y, asimismo, permite realizar estribos con reducidas dimensiones, muy interesantes en el caso de estos Viaductos dónde los mismos se encontraban a media ladera y dónde un estribo fijo convencional era difícilmente realizable.

#### 5. Principales participantes en el Proyecto y Obra.

**Propiedad:** Gobierno Vasco: Obras Públicas y Transportes

Fernando Tolosa (ETS)

Jesús López-Tafall Martínez (Saitec)

**Asistencia Técnica:** Euroconsult Norte y Esteyco

Fernando Juan Dolz (Euroconsult Norte)

Maira Bujedo (Esteyco)

**Constructora:** Isolux Corsán y Geotúnel

Javier Sanz Múgica. Jefe de Obra y luego Gerente de la UTE.

Josú Martín Gorbea. Jefe Producción Estructuras.

Manuel Perales Robles. Jefe Producción Tierras.

**Proyecto de la Estructura y Asistencia Técnica al Contratista:** IDEAM-FHECOR

IDEAM S.A.	FHECOR S.A.
Luis Matute Rubio	Javier Torrico Liz
Daniel Martínez Agromayor	Cristina Sanz Manzanedo
Ignacio Pulido Sánchez	Javier García Hernando

Pablo Solera Pérez	Jesús Fernández de Bobadilla
Helder Sousa Figueiredo	Mirián Sánchez Pérez
Adrián Sánchez Sevilla	Javier Gómez Guerra
Jokin Ugarte González	Javier de Cabo Ripoll