

## Tres puentes construidos por voladizos sucesivos

José M.<sup>a</sup> de Villar Luengo  
 José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
 Ingenieros: Torroja, Villar, del Valle, Benito, Simón-Talero y Calderón

### PUENTE DE LAS FUENTES, SOBRE EL RÍO EBRO, EN ZARAGOZA

#### DESCRIPCION:

El puente de las Fuentes sobre el río Ebro está situado en el Segundo Cinturón de la Red Arterial de Zaragoza. Está compuesto por dos estructuras gemelas, una para cada calzada, de 331 metros de longitud. La planta es recta.

El esquema estructural del tablero es una viga continua de tres vanos, apoyada en pilas y estribos mediante apoyos de neopreno-teflón.

La longitud total del puente se distribuye en tres vanos de luces 93-145-93 metros, construidos mediante avance por voladizos sucesivos, excepto los 19,30 m de tablero adyacentes a los estribos, que se ejecutaron sobre cimbra convencional apoyada en el terreno.

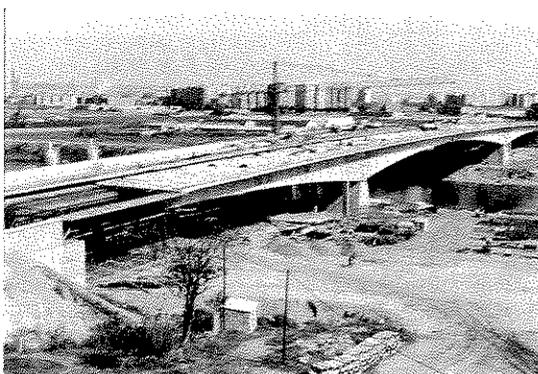


Fig. 1. Puente de las Fuentes. Vista general.

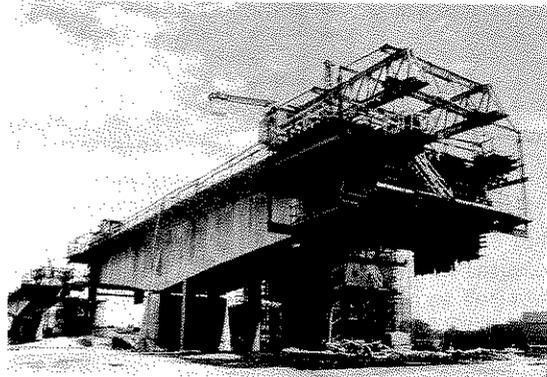
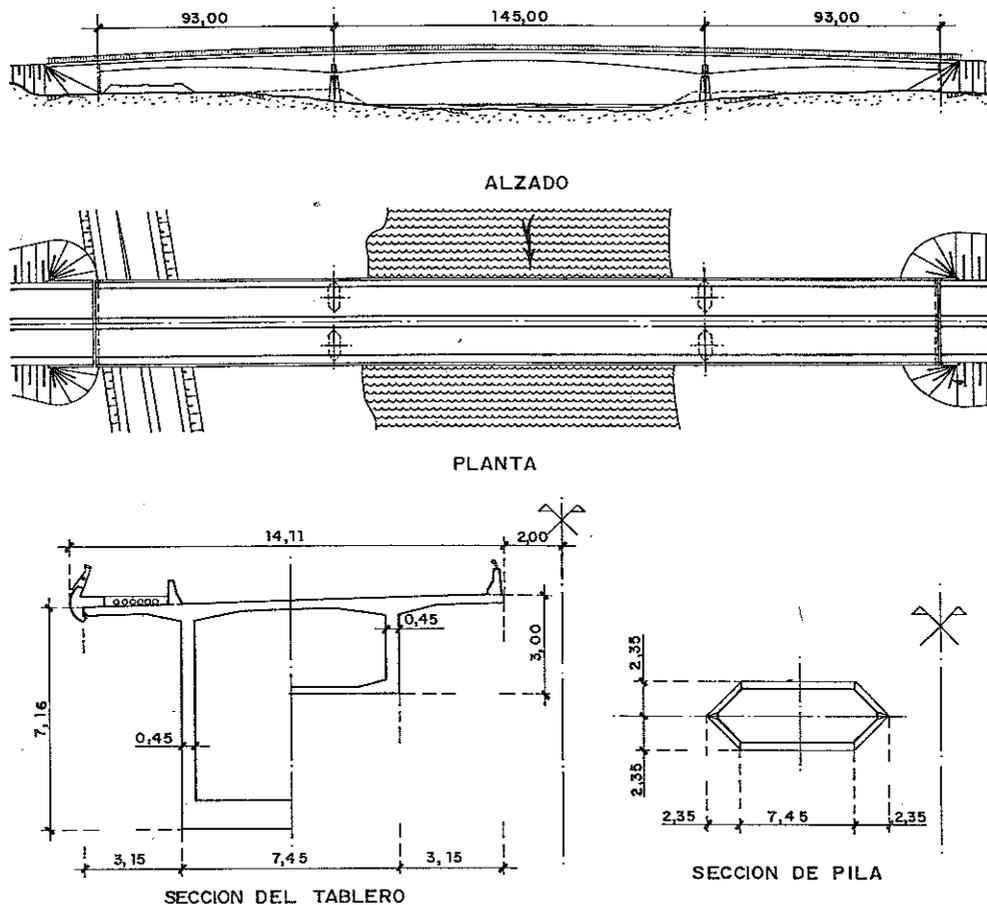


Fig. 2. Puente de las Fuentes. Fase de avance en voladizo.



Fig. 3. Puente de las Fuentes. Voladizos terminados. Encofrado de zona sobre cimbra.

El tablero es un cajón monocelular, de canto variable parabólicamente entre 7,16 m sobre pilas y 3,00 m en centro de vano central y zona sobre cimbra. La anchura del cajón es de 7,45



## PUEBLO DE LAS FUENTES (ZARAGOZA)

m, con voladizos de 3,15 m. El forjado superior, de 13,75 m de anchura, tiene un espesor constante de 0,27 m. El forjado inferior es de espesor variable entre 1,25 m en arranque de pilas y 0,24 m en centro de vano central y zona sobre cimbra de vanos laterales. Las almas son de espesor constante de 0,45 m.

El pretensado del tablero se compone de 68 tendones de 15 T 0,6" en el forjado superior, sobre cada pila; 24 tendones de 12 T 0,6" en el forjado inferior en los vanos laterales y 32 tendones de 12 T 0,6" en el forjado inferior, en el vano central (continuidad).

Las pilas son macizas, de hormigón armado y sección tronco-piramidal, y se cimentan mediante 14 pilotes de 2,00 m de diámetro, con encepado común.

Los estribos son de hormigón armado, uno cerrado con aletas en vuelta y cimentado sobre zapata, y el otro, abierto, formado por un cargadero que se cimienta sobre pilotes de 1,50 m de diámetro.

Dadas las características geotécnicas del terreno, presencia de macizos yesíferos, se dejaron embebidos en cada pilote dos tubos metálicos verticales, a través de los cuales se realizó una perforación del terreno existente bajo la punta de los pilotes, para detectar la posible presencia de cavernas, procediéndose posteriormente a la inyección de lechada de cemento en los citados tubos.

### PROCESO CONSTRUCTIVO:

El tablero se ha construido mediante avance por voladizos sucesivos. Sobre la pila se hormigonó una zona de tablero, de 15,40 m de longitud, mediante cimbra apoyada en el terreno, que posteriormente queda apoyada en la propia pila y en dos puntales provisionales de hormigón armado, pretensados contra el tablero.

Las dovelas de los voladizos tienen longitud variable entre 2,40 m y 4,20 m, determinada por las máximas cargas admisibles de los carros de

avance utilizados. La dovela de cierre del vano central es de 2,00 m de longitud. Los vanos laterales se completan con 19,30 m de tablero hormigonado sobre cimbra.

Las cuantías de los materiales utilizados en el tablero son:

Hormigón: 0,91 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.  
 Acero Activo: 45 Kg/m<sup>2</sup>.  
 Acero Pasivo: 125 Kg/m<sup>2</sup>.

#### EQUIPO TECNICO:

Director del Proyecto: D. Antonio García Cañada. Ingeniero de Caminos (MOPU).

Autores del Proyecto: José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.

Empresa Constructora: Fomento de Obras y Construcciones, S.A.

Jefe de obra: D. Gonzalo Gómez. Ingeniero de Caminos.

Dirección de obra: D. Mariano Ferrando. Ingeniero de Caminos (MOPU).

Asistencia Técnica, Control y Vigilancia:  
 José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
 Sers, S.A.

Sistema de Pretensado: B.B.R.

#### VIADUCTO SOBRE EL RIO MIÑO, EN CHANTADA (LUGO)

##### DESCRIPCION:

El Viaducto de Chantada, sobre el río Miño, forma parte de la variante de 2.113 m de longitud que resuelve uno de los cuellos de botella más acusados de la C-533, carretera que constituirá la culminación del Acceso Centro a Galicia (La Rúa-Puebla de Brollón-Monforte de Lemos), en el cruce del valle del río Miño, aguas abajo de la presa de Belesar. La longitud total del viaducto es de 394,0 m. La planta es recta, excepto en sus extremos, afectados por sendas clotoides.

El esquema estructural del puente es un pórtico de cinco vanos de luces: 51-88-116-88-51 metros. El tablero va empotrado en las dos pilas

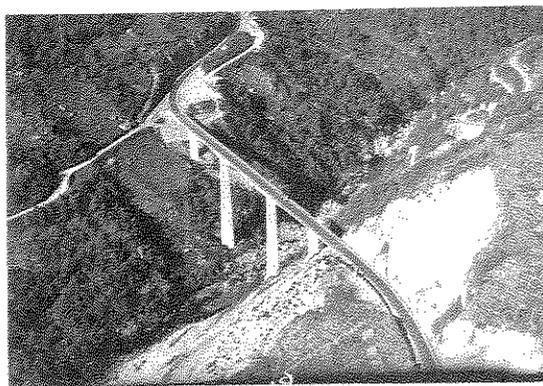


Fig. 4. Puente de Chantada. Vista general.

centrales y apoyado mediante aparatos de neopreno-teflón en las pilas laterales y estribos.

El tablero está constituido por una viga de hormigón pretensado, de sección en cajón monocelular de 6,50 m de anchura, rematado mediante dos voladizos de 2,55 m cada uno. El canto del cajón varía parabólicamente en el vano central, entre 6,00 m en pilas y 2,70 m en el centro del vano, y en dos tercios de luz de los vanos adyacentes a éste. En el resto del puente el canto es constante e igual a 2,70 m. El espesor del forjado inferior del cajón es, asimismo, variable entre 0,80 m en las pilas centrales y 0,60 m en las laterales y 0,20 m en estribos y centros de vano.

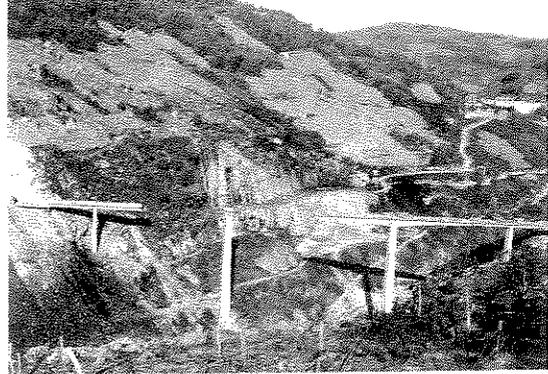


Fig. 5. Puente de Chantada. Fase intermedia de construcción.

El pretensado del tablero se compone de 164 tendones de 12 T 0,5" y 10 T 0,6" en forjado superior, 85 tendones de 12 T 0,5" en forjado inferior y 106 tendones verticales de 3 T 0,6" en cada hastial.

Las pilas, de hormigón armado, son de sección en cajón rectangular, con espesores de pared de 0,30 m. Su alzado es ataludado en las dos direcciones, longitudinal y transversal, con pendientes del 1,5% y 2%, respectivamente.

Las pilas centrales, de 86,0 m y 70,0 m de altura, tienen unas dimensiones en coronación,

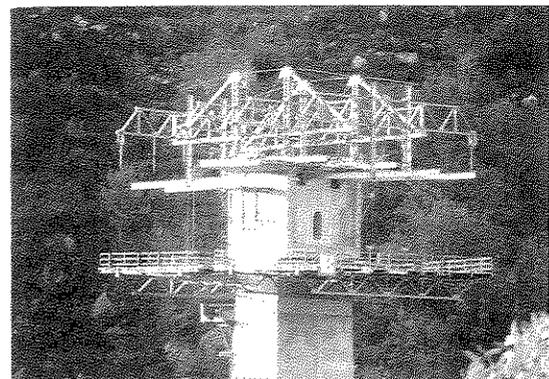
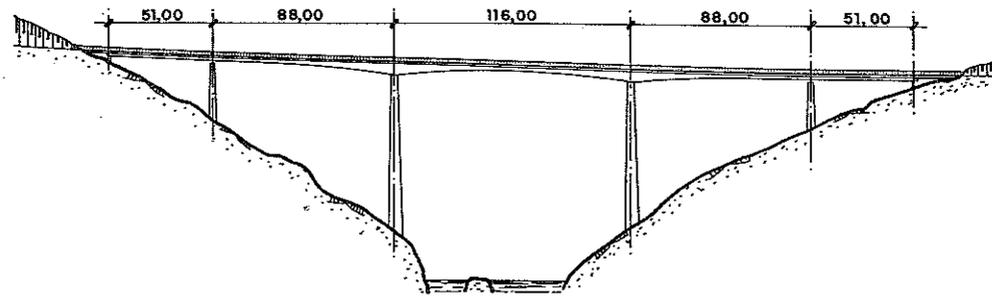
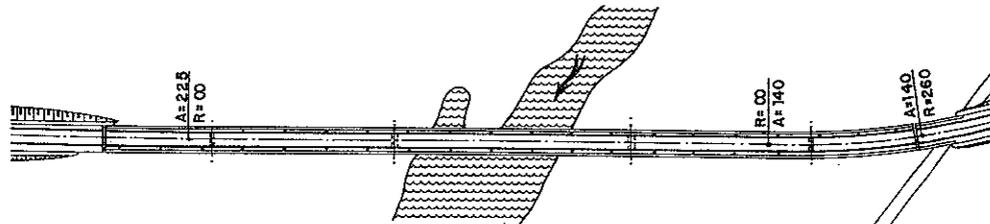


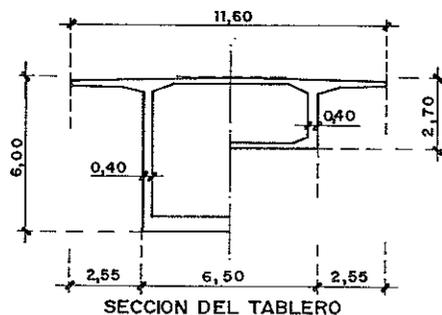
Fig. 6. Puente de Chantada. Detalle de cabeza de pila.



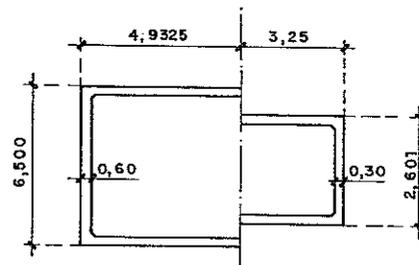
ALZADO



PLANTA



SECCION DEL TABLERO



SECCION DE LA PILA

## VIADUCTO DE CHANTADA

de 3,80 m x 6,50 m. La primera de ellas se cimenta directamente, mientras que la segunda lo hace sobre seis pilotes de 2,1 metros de diámetro y longitud variable entre 14,3 y 16,0 m, arriostrados por una viga perimetral, de canto variable y anchura de 2,60 m.

Las pilas laterales, de 26,5 m y 35,0 m de altura, tienen unas dimensiones en coronación de 2,0 m x 6,50 m. Su cimentación es en ambos casos directa.

### PROCESO CONSTRUCTIVO:

El tablero se ha ejecutado con las técnica de voladizos sucesivos, mediante carros de avance, excepto en los 20,4 m de cada extremo, que se han construido sobre cimbra convencional. Sobre cada una de las pilas laterales se ejecutaron un total de 13 dovelas —11 de 4,5 m y 2 de 3,5 m— absorbiendo los desequilibrios de cons-

trucción mediante el empotramiento transitorio del tablero en las pilas, a través de sendos apoyos de hormigón armado y anclajes constituidos por 40 barras  $D = 32$  en cada borde de pila. Estos apoyos provisionales fueron demolidos y las barras cortadas, tras el cierre del correspondiente vano extremo. Sobre cada una de las pilas centrales se ejecutaron 26 dovelas —2 de 4,50 m y 24 de 4,20 m—.

Las pilas se construyeron mediante encofrados trepadores, en fases de 5,0 metros de longitud.

Los pilotes, de 2,10 m de diámetro, se excavaron mediante voladura con precorte.

Las cuantías de los materiales utilizados en el tablero son:

Hormigón:  $0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .  
 Acero Activo:  $26 \text{ Kg}/\text{m}^2$ .  
 Acero Pasivo:  $124 \text{ Kg}/\text{m}^2$ .

## EQUIPO TECNICO:

Propietario: Xunta de Galicia.  
Director del Proyecto y la Obra: D. José A. Cobrerros. Ingeniero de Caminos.  
Autores del Proyecto: José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
Empresa Constructora: Entrecanales y Tavora, S.A.  
Jefe de obra: D. Fernando Fernández. Ingeniero de Caminos.  
Asistencia Técnica, Control y Vigilancia: José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
Sistema de Pretensado: C.T.T. Stronghold.

## VIADUCTO DE ONTON (CANTABRIA)

### DESCRIPCION:

El Viaducto de Ontón está situado en el tramo "Límite de la provincia de Vizcaya-Castro Urdiales", de la Autovía del Cantábrico, estando compuesto por dos puentes gemelos, de 264,0 m de longitud.



Fig. 7. Puente de Ontón. Vista general durante la prueba de carga.

Para su ejecución, la empresa constructora Agromán, S.A., adjudicataria de la obra, solicitó la colaboración de José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A. para la realización del proyecto constructivo modificado de los tableros del viaducto, como variante del puente de vigas contemplado en el proyecto inicial.

Cada uno de los dos puentes gemelos es de planta curva, de 400 m de radio en el eje de la autovía, perfil longitudinal con pendiente constante del 3% y anchura de plataforma de 12,60 m.

El esquema estructural del tablero es de viga continua de 3 vanos, con luces desarrolladas de 72-120-72 m, apoyada en pilas y estribos, mediante aparatos de neopreno-teflón.

Cada tablero es un cajón monocelular, de canto variable entre 6,00 m sobre pilas y 2,70 m

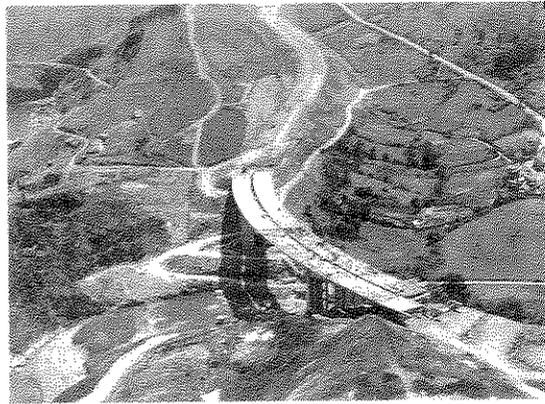


Fig. 8. Puente de Ontón. En fase avanzada de construcción.

en clave de vano central y en la zona sobre los estribos. La anchura total del cajón es de 6,50 m, con voladizos superiores de 3,05 m. El espesor del forjado superior es constante, de 0,23 m, siendo variable el del forjado inferior entre 1,20 m en arranque de pilas y 0,20 m en clave. Las almas son de espesor constante, de 0,40 m.

El pretensado se compone, para cada uno de los tableros, de 56 tendones por voladizo, 17 tendones de continuidad en los vanos laterales y 32 tendones de continuidad en el vano central. Cada tendón está formado por 12 cordones de 15 mm de diámetro, los superiores y 10 cordones de 15 mm de diámetro los inferiores de continuidad. Además existe pretensado vertical de almas, compuesto por 418 tendones por alma, formados por 3 cordones de 15 mm de diámetro.

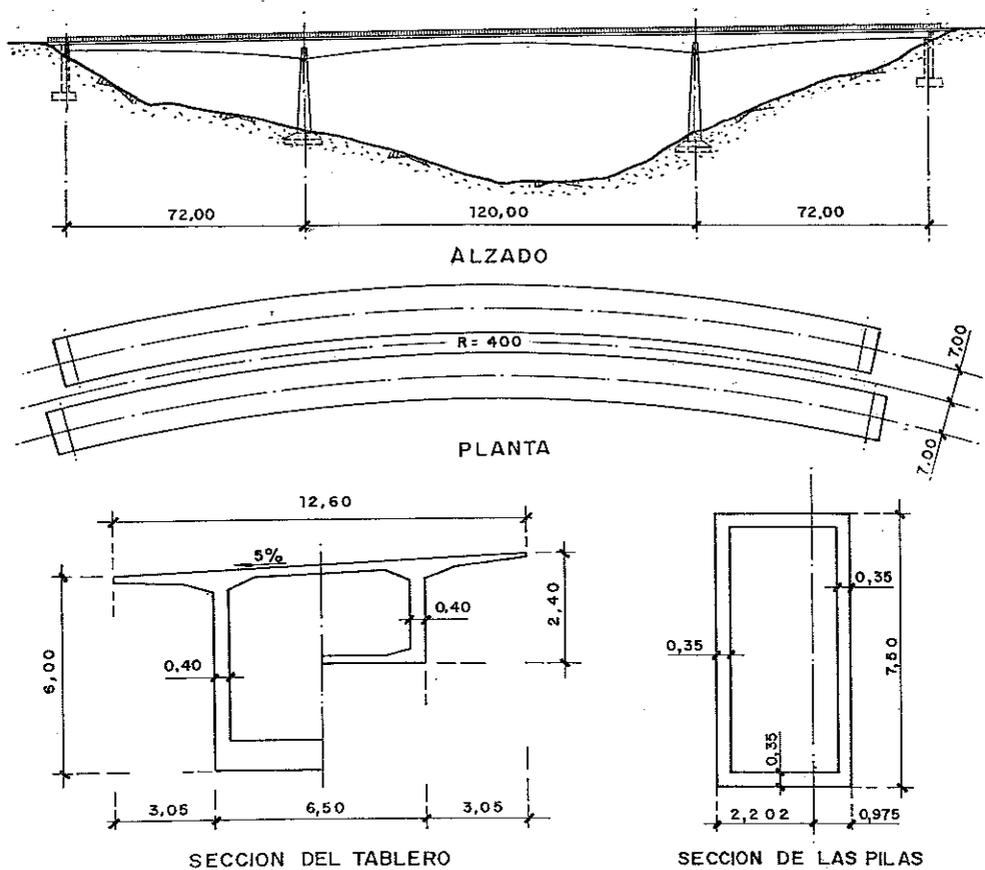
Las pilas, de hormigón armado, cuyo proyecto fue realizado por Agromán, S.A. son de sección en cajón rectangular, con espesores de pared de 0,35 m. Su altura máxima es de 33 m, con dimensiones de 2,95 x 7,50 m en coronación, aumentando, la dimensión longitudinal, hasta la cimentación, con una pendiente 1:20. La cimentación es directa.

### PROCESO CONSTRUCTIVO:

El tablero se ha construido mediante avance por voladizos sucesivos.

Sobre la pila se hormigonó una zona de tablero, de 10,60 m, apoyada en la propia pila y en dos puntales provisionales de hormigón armado.

Después de montados los carros de avance, se comenzó la ejecución de dovelas de 3,60 m y 4,20 m de longitud. La dovela de cierre del vano central es de 2,70 m y se hormigonó mediante encofrados colgados de los extremos de los voladizos. Los tramos finales de los vanos laterales, de 11,60 m de longitud, se hormigonaron con cimbra convencional.



## VIADUCTO DE ONTON

Las cuantías de los materiales utilizados en el tablero son:

Hormigón:  $0,74 \text{ m}^3/\text{m}^2$ .  
 Acero Activo:  $38 \text{ Kg}/\text{m}^2$ .  
 Acero Pasivo:  $134 \text{ Kg}/\text{m}^2$ .

### EQUIPO TECNICO:

Autóres del Proyecto: José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
 AGROMAN, S.A.  
 Director de Obra: D. José Antonio Herreros.  
 Ingeniero de Caminos.  
 Empresa Constructora: AGROMAN, S.A.  
 Jefe de Obra: D. Daniel Alonso, Ing. Caminos.  
 Asistencia Técnica, Control y Vigilancia:  
 José A. Torroja, Oficina Técnica, S.A.  
 Estudio de Ingeniería y Control, S.A.  
 Sistema de Pretensado: Freyssinet.

### RESUMEN

En la presente comunicación se describen tres puentes construidos por el método de avance en voladizo.

El Puente de Las Fuentes, sobre el río Ebro, en Zaragoza, está formado por dos estructuras

gemelas de planta recta, de tres vanos y luces 93-145-93 metros.

El Viaducto sobre el río Miño, en Chantada, consta de cinco vanos de luces 51-88-116-88-51 metros. Las pilas tienen una altura variable entre 26 y 86 metros.

El Viaducto de Ontón, está formado por dos estructuras gemelas, de planta circular, con 400 metros de radio. Consta de tres vanos de luces 72-120-72 metros. Las pilas tienen una altura de 33 metros.

### SUMMARY

This paper presents three bridges built by cantilever method.

Las Fuentes bridge flies over Ebro river in Zaragoza and is formed by two twin structures of straight plan and three spans of 93-145-93 metres.

The Viaduct over Miño river, in Chantada develops five spans of 51-88-116-88-51 metres. Piers have a variable height between 26 and 86 metres.

Onton Viaduct is formed by two twin structures of circular plan with a 400 metres radius. It develops three spans of 72-120-72 metres. Piers are 33 metres tall.