

## Dos puentes con tablero continuo construido por fases

José Antonio Lombart

Se describen a continuación las características fundamentales de dos obras distintas, que tienen en común el sistema constructivo del tablero, mediante fases sucesivas y la utilización de cimbra apoyada en el terreno:

- 1) Puente Mislata, en Valencia (Paso Superior sobre la Carretera Nacional III).
- 2) Puente Argos, en Medellín (Colombia).

\*\*\*\*\*

- 1) PUENTE MISLATA, EN VALENCIA.—  
(Paso Superior sobre la Carretera Nacional III).

### INTRODUCCION

El Puente Mislata es un Paso Superior para doble calzada, que discurre sobre la Carretera Nacional III, en una zona próxima a Valencia, entre la Ciudad y el Aeropuerto. Está formado por dos estructuras gemelas.

La nueva remodelación de la CN-III ha exigido la formación de cuatro amplias calzadas para la circulación de vehículos. Dada la situación del nuevo puente destinado a franquear dicha vía, de gran importancia e intensidad de tráfico, en fase de Proyecto se consideró necesari-

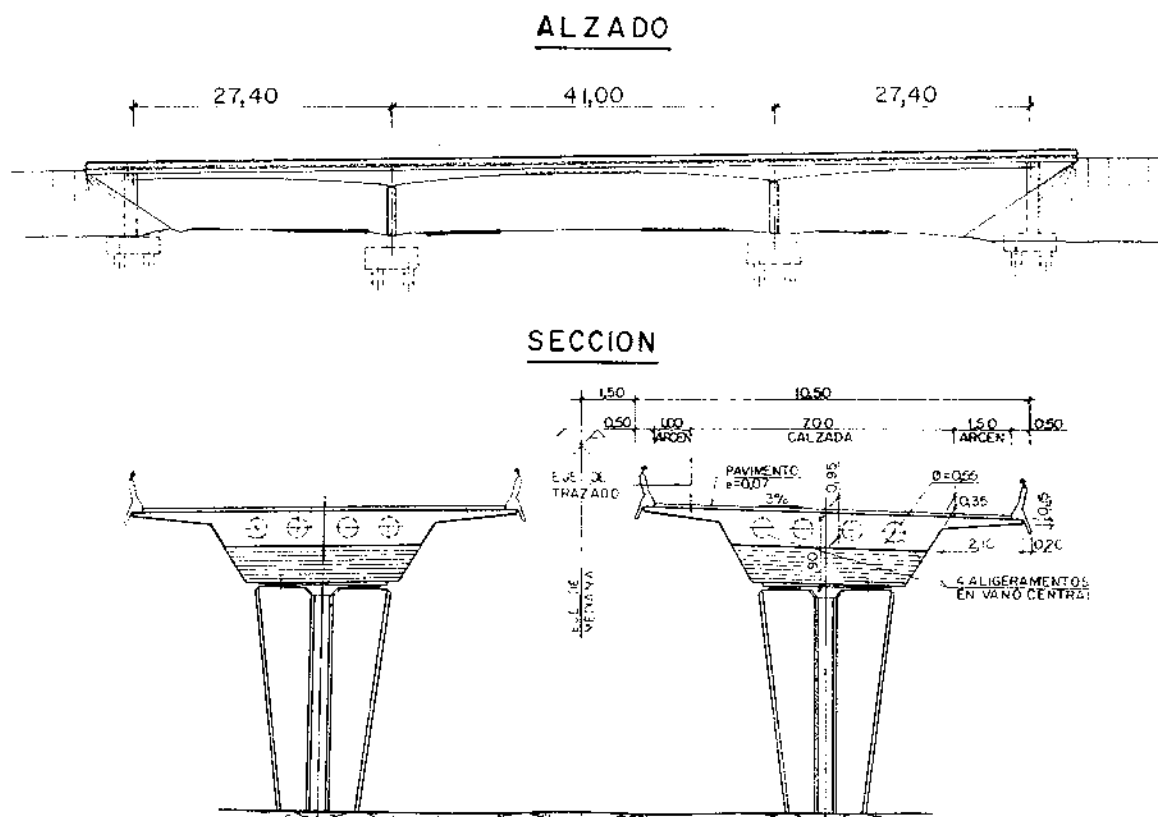
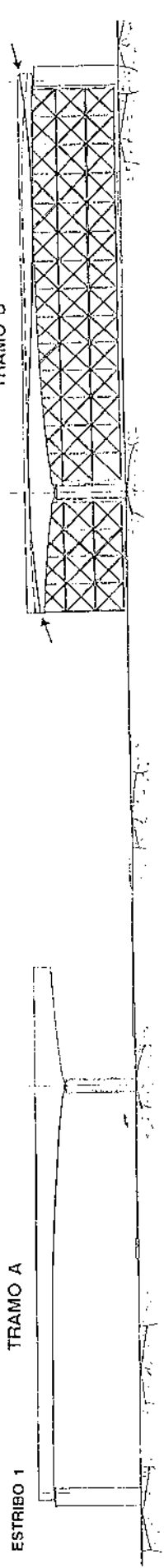


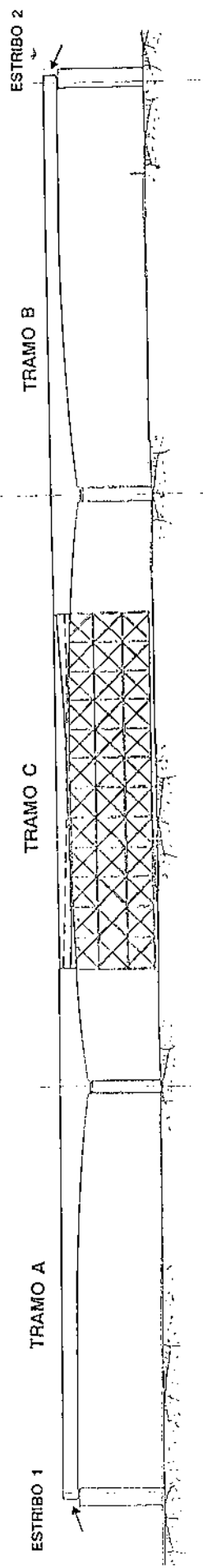
Fig. 1.



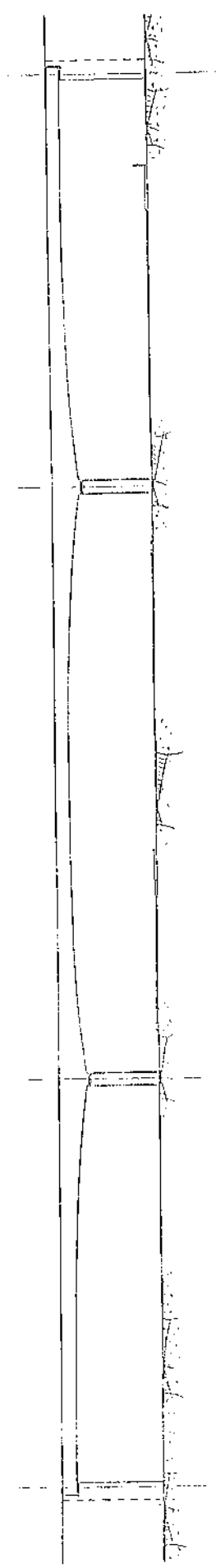
FASE 1.- Construcción de un vano lateral (Tramo A) más 1/5 de la luz del vano central. Tesado de tendones por ambos extremos. Descimbrado del tramo A.



FASE 2.- Construcción del tramo B, simétrico al tramo A, con idéntico sistema.



FASE 3.- Cierre del tramo central. Tesado definitivo de tendones por los extremos del tablero, sobre los Estribos.



FASE 4.- Descimbrado del tramo C. El tablero queda constituido por una losa continua.

Fig. 2.

rio dotarlo de un tratamiento estético adecuado con el entorno.

La tipología de la obra terminada responde al esquema clásico de puente con tablero formado por losa continua de tres vanos, con canto variable, con la siguiente sucesión de luces: 27,40 — 41,00 — 27,40 m (Figura 1). El perfil del intradós varía de acuerdo con una parábola cúbica, consiguiéndose una rápida disminución del espesor desde la zona de apoyos sobre pilas (1,90 m) hacia el centro del vano principal (0,95 m).

La particularidad de esta estructura consiste en su proceso constructivo, para cuyo desarrollo ha habido que tener en cuenta limitaciones de gálibo y una serie de condicionantes derivados de la existencia actual de tráfico de gran intensidad por la C.N. III.

El tablero de cada una de las dos estructuras se ha construido en tres fases, con el objeto de desviar convenientemente el tráfico rodado por zonas suficientemente alejadas de los espacios donde descansan las cimbras. La posición de los anclajes de pretensado, acoplamientos y el trazado de tendones, constituyen la peculiaridad más significativa de esta Obra de Fábrica.

#### PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TABLERO (Figura 2)

— Fase 1: Construcción de un vano lateral, más 1/5 de la luz del vano central. Se efectúa el tesado de tendones por ambos extremos.

— Fase 2: Descimbrado del tablero construido en la fase anterior (Figura 3), desvío del tráfico y construcción del tramo simétrico al de la Fase 1.

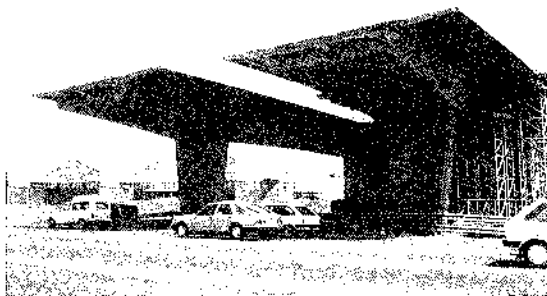


Fig. 3.

— Fase 3: Cierre del vano central (Figura 4), efectuándose el pretensado de continuidad desde los extremos del tablero, en ambos estribos.

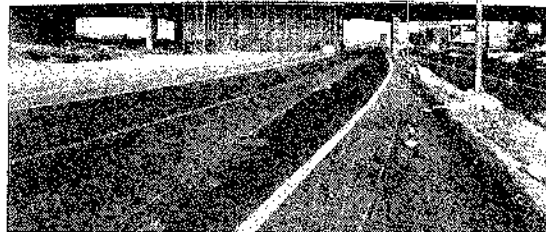


Fig. 4.

— Fase 4: Una vez retirada la cimbra de la zona de cierre del vano central, queda terminado el tablero constituido por una losa continua.

#### PRETENSADO

El diseño del pretensado se hizo con el criterio de facilitar al máximo la construcción del tablero, habida cuenta de la existencia de tráfico por la Carretera Nacional. Se dispuso un trazado de tendones tal que todas las operaciones de enfilado y tesado se realizasen totalmente en los extremos del tablero situados sobre los estribos, o en las juntas de construcción (Figura 5).

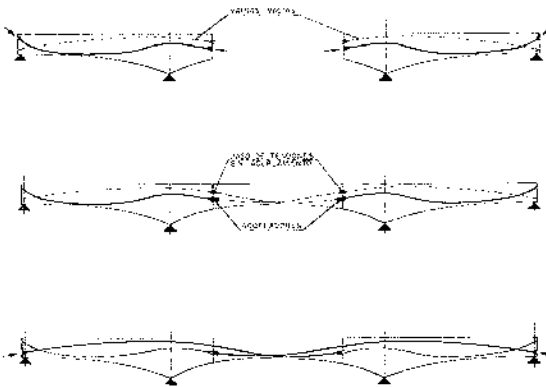


Fig. 5.

Para el dimensionamiento del pretensado se tuvieron en cuenta, no solamente las condiciones del puente en servicio, sino también las diversas fases de construcción. El proceso constructivo fue determinante en el diseño referente a algunas secciones del tablero, cuyos esfuerzos más desfavorables se produjeron durante las primeras fases de la construcción, bajo la acción del peso propio.

La evolución de las tensiones longitudinales en el hormigón del tablero fue uno de los principales factores que intervinieron en el dimen-

sionamiento del pretensado, habiéndose seguido el criterio de no admitir tracciones longitudinales, tanto en fases constructivas, como con el puente en servicio.

El diseño general y la disposición del pretensado se hizo tendiendo a disminuir en lo posible los efectos debidos a la fluencia, en lo referente a la redistribución plástica ulterior, como consecuencia de la variación del sistema estático durante la construcción.

## JUNTAS DE CONSTRUCCION

Se dispusieron las juntas intermedias de construcción, de acuerdo con los requisitos planteados. Tal como es común en este tipo de puentes, las armaduras pasivas longitudinales atraviesan las juntas, efectuándose el empalme por solape en la fase de terminación del vano central.

En cuanto al pretensado (Figura 6), existen en cada junta anclajes activos provistos de los correspondientes acopladores, así como extremos de tendones pasantes, sin anclaje. La situación de los dos tipos de tendones, con y sin anclaje, es diferente en las juntas correspondientes a los tramos A y B, quedando enfrentados ambos tipos de tendones entre las dos juntas, con el objeto de establecer la continuidad mediante un trazado desprovisto de quiebras.

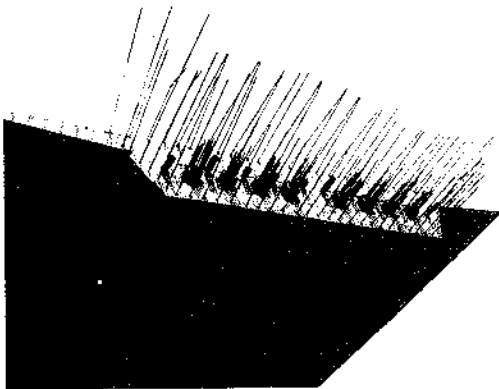


Fig. 6.

## EJECUCION DE LA OBRA

La obra fue llevada a cabo por la Empresa FOMENTO DE OBRAS Y CONSTRUCCIONES y el sistema de pretensado fue CTT-STRONGHOLD. Las unidades de pretensado estuvieron constituidas por 24 cordones de 0,5". Las figuras 7 y 8 muestran el aspecto de la obra terminada.

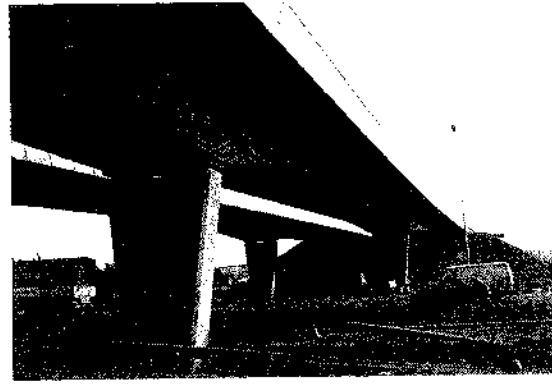


Fig. 7.



Fig. 8.

## 2) PUENTE ARGOS, EN MEDELLIN (COLOMBIA)

### INTRODUCCION

El Puente Argos, es una obra urbana situada en la ciudad de Medellín. Se trata de dos estructuras gemelas cuyo tablero está formado por losa aligerada continua, de hormigón pretensado, de 1,40 m de espesor uniforme, con una sola junta intermedia de dilatación. Cada una de las dos calzadas se bifurca en dos ramales; uno de los cuales discurre con una acusada curvatura, en planta. (Figura 9).

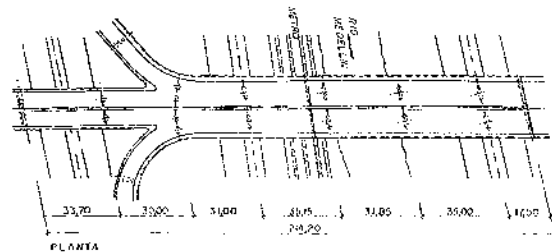


Fig. 9.

Los tableros tienen una longitud total igual a 214,20 m y la sucesión de luces es la siguiente: 33,70 — 30,00 — 31,00 — 31,15 — 31,85 — 35,00 — 17,50 m. La anchura máxima del tablero de cada estructura es igual a 13 metros. (Figura 10).

Todos los aparatos de apoyo del tablero sobre pilas y estribos están formados por placas de neopreno, sin la existencia de elementos que coaccionen bruscamente el libre desplazamiento del tablero frente a las acciones horizontales, en la forma preconizada por la Norma

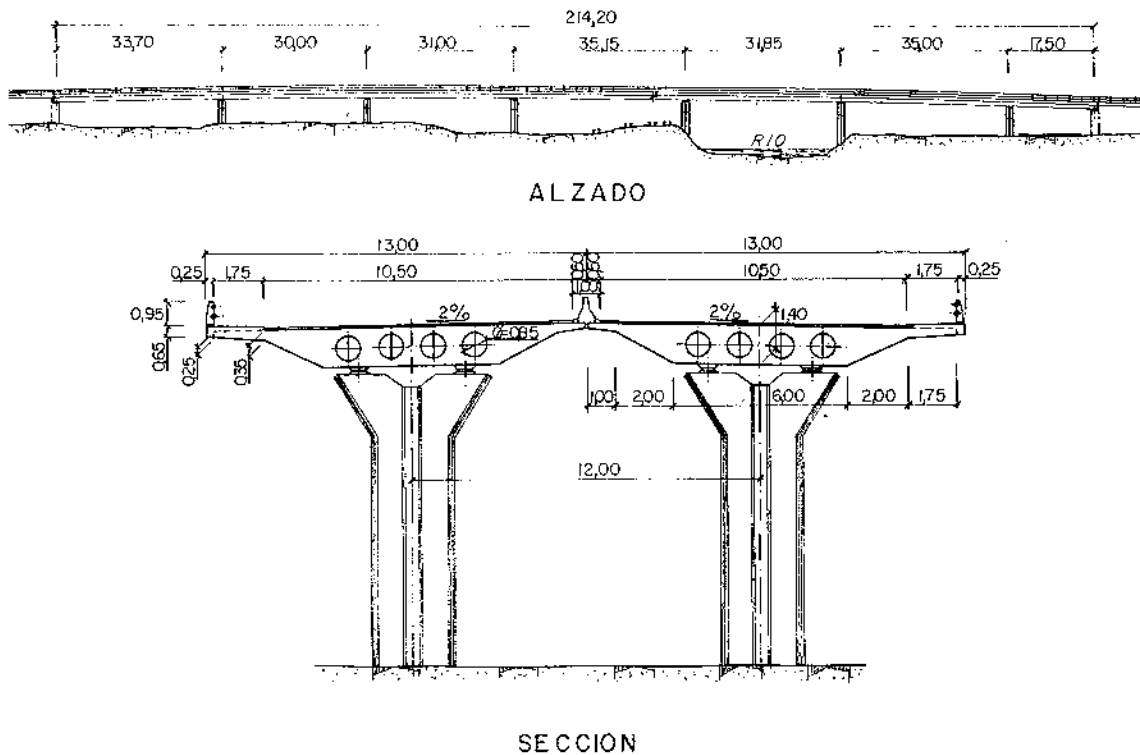


Fig. 10.

### PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TABLERO

El hormigonado del tablero se ha resuelto por avance en tramos sucesivos. Debido a imperativos propios de las condiciones de la obra, el avance se ha hecho vano a vano, con juntas de construcción situadas a quintos de la luz. (Figura 11).



Fig. 11.

### DISEÑO ESTRUCTURAL

Las condiciones de sismicidad de la zona en que se halla la obra, junto con la consideración del proceso constructivo, han sido determinantes para la adopción de la tipología desarrollada, sistema de apoyos y la disposición de juntas de dilatación.

Americana AASHTO, preceptiva para esta obra.

El dimensionamiento de los apoyos se ha hecho con el criterio de igualar al máximo la rigidez de cada uno de los elementos verticales, constituidos por la conjunción de un fuste de hormigón y los correspondientes apoyos de neopreno. Con ello se ha logrado un sistema capaz de proporcionar una favorable respuesta dinámica del conjunto frente a un posible sismo, así como un reparto equilibrado de las fuerzas horizontales entre pilas y estribos, debidas a los efectos reológicos, variación de temperatura, frenado de vehículos y viento.

Dada la longitud del tablero y la naturaleza de los apoyos, se ha dispuesto una junta intermedia de dilatación, con un sistema de apoyo a media madera y con un aparato unidireccional que permite el libre desplazamiento horizontal, con coacción en el sentido transversal.

### PRETENSADO

El pretensado se ha dispuesto en forma que todas las operaciones de tesado se han ejecu-

tado en las juntas de construcción, no existiendo por tanto anclajes activos en los paramentos horizontales del tablero.

La continuidad de la armadura activa se ha materializado mediante la disposición de acopladores en los anclajes situados en cada una de las juntas de construcción.

La peculiar geometría de las zonas de bifurcación y la fuerte curvatura de los ramales, ha exigido una compleja disposición de los tendones de pretensado, así como de la armadura pasiva. (Figura 12).

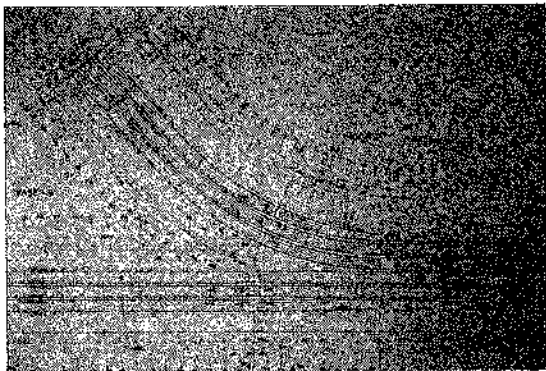


Fig. 12.

#### ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El modelo estructural desarrollado en el proceso de cálculo, mediante una discretización asimilada a una estructura espacial, engloba la totalidad de la estructura, es decir, el tablero completo con sus juntas de dilatación, acción del pretensado, apoyos de neopreno, estribos, pilas, así como la circunstancia propia del esvíaaje y la geometría de los ramales que discurren en curva.

La rigidez de los aparatos de apoyo de neopreno se ha tenido en cuenta de una forma rigurosa en el proceso de cálculo. Dichos elementos no están asimilados a las barras prismáticas habituales, sino a un modelo distinto cuya matriz de rigidez es consecuente con la formulación propia de piezas elastoméricas, con sus propiedades de deformación frente al giro y a las fuerzas horizontales.

En el proceso se ha tenido en cuenta la naturaleza de la estructura evolutiva, construida por fases. Con todo ello se ha podido disponer, en todo momento, de la adecuada información de los esfuerzos en cada parte de la estructura, tanto como para cada una de las fases constructivas como en situación de servicio de la estructura terminada.

#### EJECUCION DE LA OBRA

La obra, finalizada en 1989, fue llevada a cabo por un consorcio de empresas, constituido por las españolas ENTRECANALES Y TAVORRA y CONSTRUCCIONES Y CONTRATAS y por la alemana DYCKERHOFF & WIDMANN.

El Sistema de Pretensado utilizado fue DYWIDAG y las unidades de pretensado estuvieron constituidas por 27 cordones de 0,5".

La figura 13 muestra una imagen de la obra en proceso de ejecución. Las figuras 14 y 15 corresponden a la obra terminada.

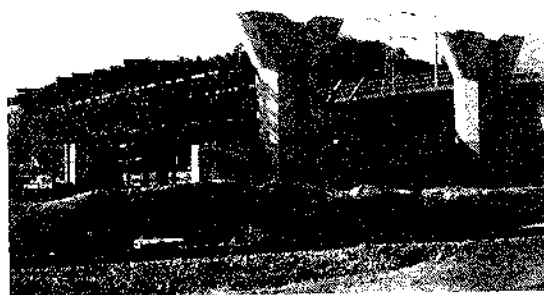


Fig. 13.

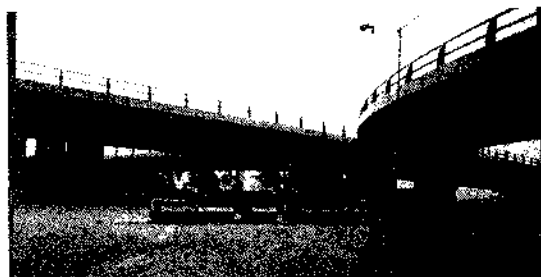


Fig. 14.



Fig. 15.

## RESUMEN

### 1) PUENTE MISLATA EN VALENCIA

El Puente Mislata está constituido por dos estructuras gemelas. La obra está situada en las proximidades de Valencia, entre la Ciudad y el Aeropuerto, en una zona caracterizada por la gran intensidad de tráfico de vehículos.

La particularidad de esta obra consiste en el procedimiento seguido en la construcción del tablero de cada uno de los dos puentes.

### 2) PUENTE ARGOS, EN MEDELLIN (COLOMBIA)

El Puente Argos es un viaducto urbano situado en la Ciudad de Medellín. Se trata de dos estructuras gemelas cuyo tablero está formado por losa aligerada continua de hormigón pretensado, con una sola junta intermedia de dilatación. Cada una de las dos calzadas se bifurca en dos ramales, uno de los cuales discurre con una acusada curvatura, en planta.

La construcción del tablero se ha resuelto por avance en tramos sucesivos.

## SUMMARY

### 1) MISLATA BRIDGE, IN VALENCIA (SPAIN)

Mislata Bridge is made of two twin structures. The work is located in the surroundings of Valencia, between the City and the Airport, a stretch with a high traffic intensity.

The singularity of this work is the procedure followed in the construction of both bridges.

### 2) ARGOS BRIDGE, IN MEDELLIN (COLOMBIA)

Argos Bridge is an urban viaduct in Medellín (Colombia). It's drawn as two twin structures with a continuous voided slab deck of prestressed concrete with one intermediate expansion joint.

Each roadway bifurcates in two branches; one of them running with a severe curvature in plant.

The deck has been built by step construction.

\* \* \*

## JORNADA DE PRESENTACION DEL EUROCODIGO Nº 2 ESTRUCTURAS DE HORMIGON

Martes, 4 de Febrero de 1992.

Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX.

C/Alfonso XII, 3. 28014 MADRID.

### ORGANIZA:

—Subcomité CTN140/SC2 "Eurocódigo 2" de la Asociación Española de Normalización (AENOR).

—Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).

### PRESENTACION

El Comité Europeo de Normalización (CEN) está redactando las normas (EUROCODIGOS)

relativas al cálculo de estructuras, que estarán vigentes en los países europeos de la CEE y de la EFTA. Uno de estos EUROCODIGOS es el EUROCODIGO 2, relativo al cálculo de estructuras de hormigón, cuya primera parte va a tener rango de prenorma europea ENV.

La Asociación Española de Normalización (AENOR) ha constituido en su seno el Comité de Normalización CTN140 para estudiar y contribuir a la redacción de los EUROCODIGOS y supervisar la traducción española de los mismos. El Subcomité nº 2 del CTN140 es el encargado del EUROCODIGO 2 y ha promovido la organización de esta jornada.

La jornada tiene como objeto la presentación de la traducción española del EUROCODIGO 2, relativa al "Cálculo de Estructuras de Hormigón: Reglas Generales y Reglas para Edi-