

Voladizos sucesivos por dovelas prefabricadas. Viaducto de Cruzul^(*)

Por **SANTIAGO PEREZ FADON**
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

En este artículo se pasa revista a los distintos aspectos de la construcción de puentes en voladizos con dovelas prefabricadas, con un apartado específico sobre el control geométrico de las dovelas en parque y la puesta en obra de las dóvelas.

INTRODUCCION (Figura 1)

En el tramo los Nogales-Becerreia de la CN-VI de Madrid a La Coruña se han terminado recientemente obras de nuevo trazado. Se trata de un tramo de unos 7 km con grandes dificultades de topografía y geología. Dentro de las obras de esta nueva carretera se incluyen los Viaductos de Cruzul y Horta que han sido construidos por el procedimiento de voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas.

Este procedimiento se inició en la U.R.S.S. a finales de la década de los cincuenta y fue luego aplicado con gran éxito en otros países,

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 30 de marzo de 1989.

especialmente en Francia. En España fue empleado en sus orígenes por D. Carlos Fernández Casado (Puente de Almodóvar 1962, Puente de Castejón 1968) posteriormente, el procedimiento dejó de emplearse en este país por diversas razones. Con el paso del tiempo el sistema de construcción de puentes con dovelas prefabricadas se fue extendiendo desde Francia por numerosos países. El método ha ido evolucionando de tal modo que se habla de tres generaciones diferentes de dovelas.

La primera generación de dovelas de los puentes de los años sesenta llevaban juntas de mortero de cemento, llave única a cortante y cables anclados en la propia junta. La segunda generación de dovelas se ha caracterizado

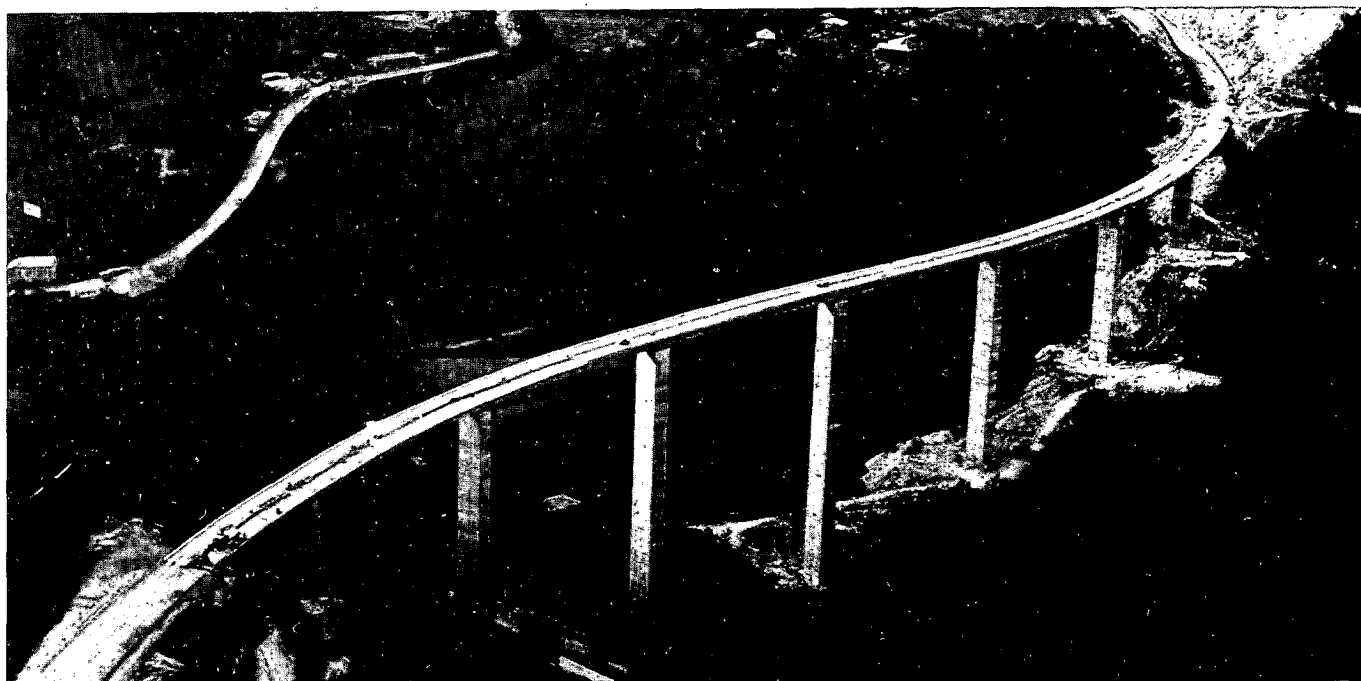


Figura 1

por la prefabricación conjugada, el empleo de resinas epoxi en las juntas, las llaves múltiples para el cortante y el anclaje de los cables en el interior de la dovela en unos bloques dispuestos al efecto. Finalmente una tercera generación que empieza a emplearse en Francia estaría caracterizada por el pretensado exterior y las almas de celosía (de homigón o metálicas) de la cual el precedente fue el Puente de Bubián puesto en servicio en 1983 en Kuwait y ejecutado con tecnología francesa.

Los Viaductos de Cruzul y Horta tienen el único mérito de haber sido los primeros puentes de dovelas prefabricadas de la segunda generación contruidos en España y en consecuencia este artículo es tan solo una recopilación de los puntos esenciales de este modo ya clásico de proyectar y construir puentes.

En primer lugar se hace una descripción general del Viaducto del Cruzul, después se trata el parque de prefabricación de dovelas, con especial mención del control geométrico. En tercer lugar se describe la puesta en obra de las dovelas, con referencia al lanzador metálico, a las resinas empleadas y a las operaciones de orientación de los voladizos.

DESCRIPCION DEL VIADUCTO DEL CRUZUL (Figura 2)

El Viaducto del Cruzul, tiene una longitud total de 487 m entre juntas de dilatación y una altura sobre el fondo del valle de 103 m, siendo la pila más alta de 96,24 m.

En la zona del viaducto la carretera tiene un trazado en planta en curva y contracurva de radio 350 m. El centro de simetría de este trazado en S coincide con el centro de simetría del puente. El trazado de la carretera en alzado en la zona del viaducto, es una alineación recta. La calzada tiene dos carriles de circulación, dos arcenes y barreras rígidas de hormigón. El ancho total resultante para la plataforma del puente es de 11 m.

El viaducto tiene 8 vanos de 65 m de luz los interiores y de 47,5 m los extremos. El tablero es una viga continua sin juntas de dilatación. La sección transversal es un cajón monocelular con voladizos. El canto es constante de 3,30 m. Las almas tienen 0,43 m de espesor medio. La losa inferior es de espesor variable hacia el interior del tablero, pasando de 0,50m sobre apoyo en pila a 0,2 m en los 3/5 centrales.

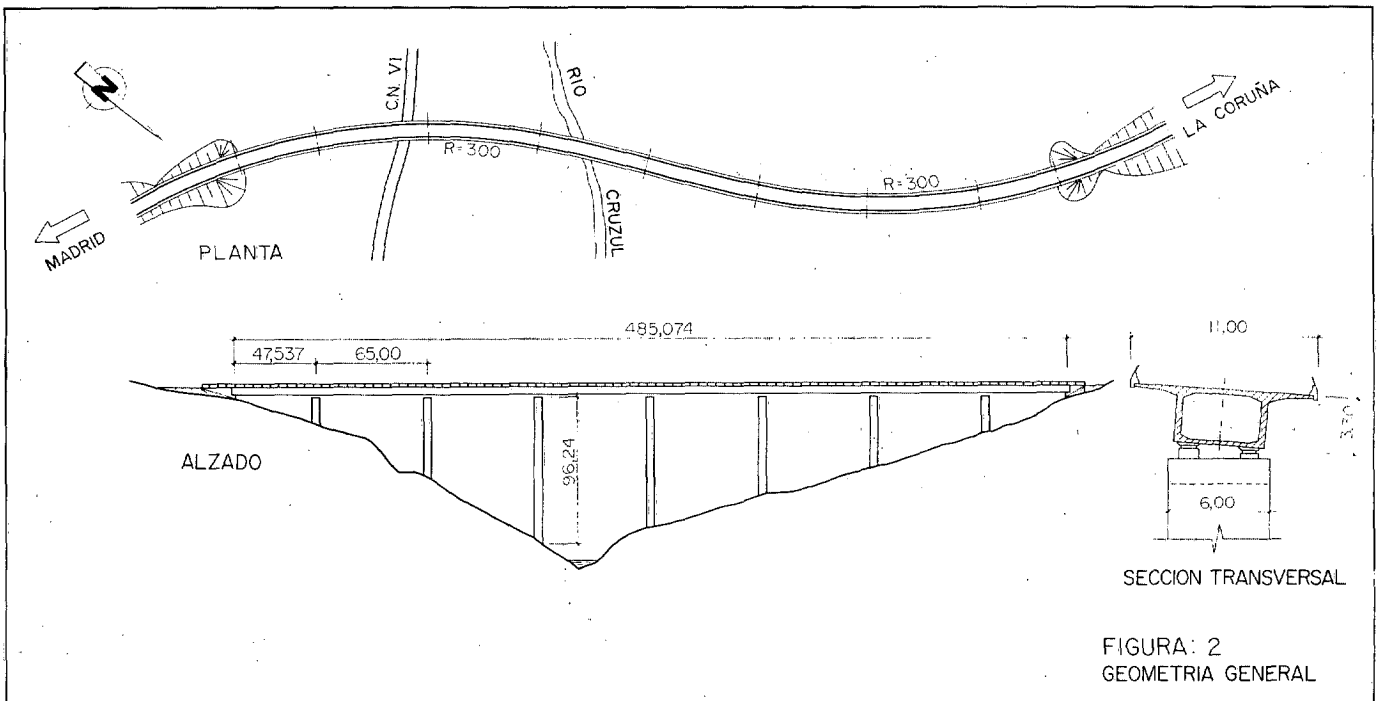


FIGURA: 2
GEOMETRIA GENERAL

VOLADIZOS SUCESIVOS POR DOVELAS PREFABRICADAS

El tablero se ha construido por el sistema de voladizos sucesivos con dovelas prefabricadas que se han colocado en obra con un lanzador de 100 m de longitud. Durante la construcción el tablero está unido a la pila y se progresa mediante sucesivas T en voladizos, al final el tablero es una viga continua de ocho vanos simplemente apoyada.

En cada voladizo se disponen 13 dovelas además de la dovela de pila. Entre cada dos voladizos consecutivos queda un espacio de algunos centímetros que se hormigona «in situ» a la terminación de los mismos. Las dovelas se ensamblan en obra mediante pretensado longitudinal.

El pretensado longitudinal está compuesto por un pretensado temporal mediante barras Dywidag, un pretensado de voladizos definitivo con 34 tendones y otro de continuidad formado por 18 tendones. Se han previsto vainas

vacías en número de dos para el pretensado de voladizos y otras dos para el de continuidad. En sentido transversal y vertical el tablero lleva solamente armadura pasiva. Entre cada dos dovelas no se da continuidad a la armadura longitudinal.

DESCRIPCION DE LAS DOVELAS Y DEL MOLDE (Figura 3)

Las dovelas tienen la misma sección transversal descrita para el puente y un espesor de 2.395 m que corresponde a 40/50 Tn/ud. En el interior de las almas y en su mitad, las dovelas incorporan un nervio vertical de unos 85 cm de ancho y 30 cm de canto que va de la losa inferior hasta la losa superior, este nervio se utiliza para anclar el pretensado temporal y el definitivo. Este sistema de anclaje tiene la ventaja de independizar la colocación de dovelas del

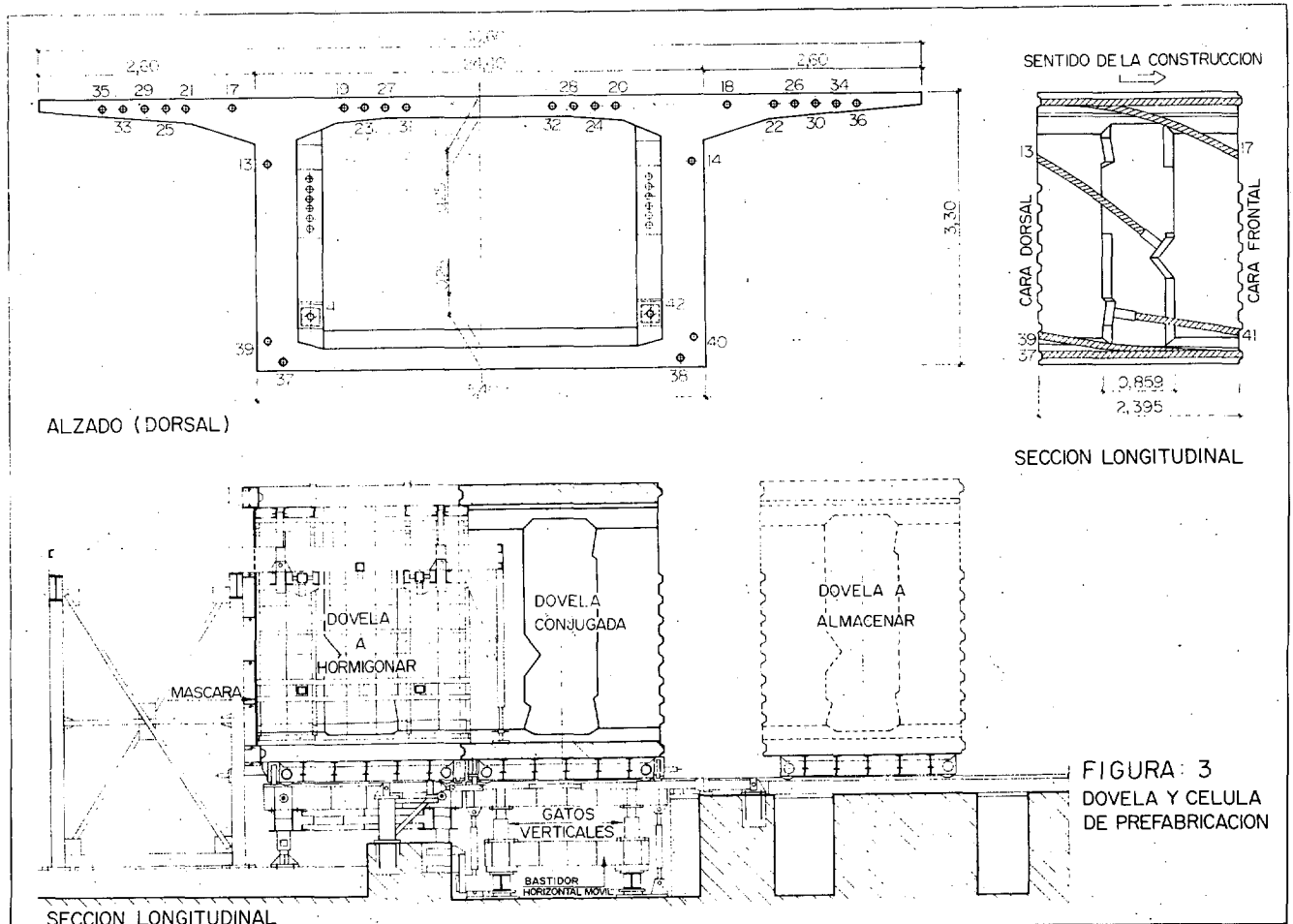


FIGURA 3
DOVELA Y CELULA
DE PREFABRICACION

VOLADIZOS SUCESIVOS POR DOVELAS PREFABRICADAS

pretensado definitivo, pudiendo avanzar cierto número de dovelas solo con pretensado temporal.

Las dovelas incorporan en su cara de junta una serie de llaves múltiples que no llevan armadura pasiva. La misión de estas llaves es resistir las tensiones tangenciales en la junta incluso sin colaboración de la resina epoxi. Por otra parte en la cara de junta entre cada dos dovelas hay que prever la oportuna continuidad de las vainas del pretensado.

La prefabricación se ha llevado a cabo por el sistema de dovelas conjugadas. Este método consiste en hormigonar cada dovela contra la dovela anteriormente hormigonada.

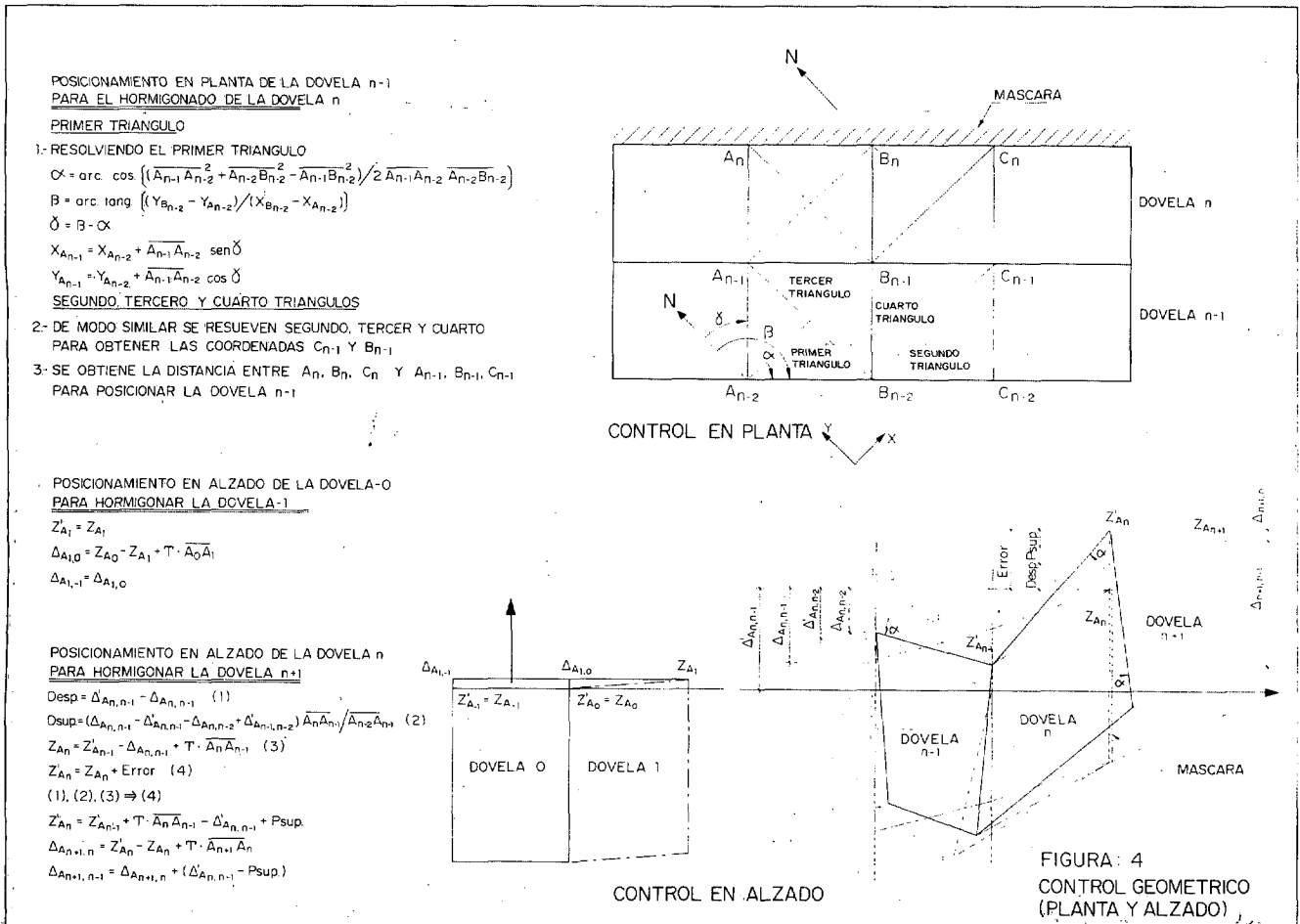
El molde para fabricar las dovelas consiste en un encofrado al que le falta la cara dorsal. En este molde se distinguen: la máscara que es la cara frontal del molde en la que se disponen los agujeros necesarios para la continuidad de las vainas del pretensado y los resaltos que for-

man las llaves múltiples. Dos fondos móviles sobre carriles y un solo juego de laterales.

Los laterales son abatibles y juntamente con la máscara y con uno de los juegos de fondo forman la zona de hormigonado de las dovelas. Esta zona queda cerrada por la cara frontal de la dovela conjugada. Finalmente el molde se completa con el encofrado interior.

El fondo de la dovela conjugada queda sobre un bastidor móvil que permite orientar la posición relativa de esta dovela respecto de la que se va a hormigonar. Los movimientos en alzado se dan mediante cuatro gatos verticales bajo un primer bastidor. Los movimientos en planta se dan en un segundo bastidor debajo del anterior que se acciona manualmente con un husillo horizontal ortogonal al eje del molde y otro formando un ángulo de 45°.

El molde de prefabricación está colocado en el centro del parque. Junto a él se encuentra ubicada un área de preparación de armaduras.



La armadura se monta totalmente fuera del molde, incluso vainas y los anclajes. Normalmente se tienen dos o tres ferrallas totalmente terminadas y en espera de ser homigonadas.

También junto al molde de prefabricación se coloca la torre para el control topográfico. El conjunto del parque de prefabricación se completa con la planta de elaboración de hormigón y la zona de acopio.

CONTROL GEOMETRICO DE LAS DOVELAS (Figura 4)

El parque de prefabricación ha de controlar la posición de la dovela conjugada respecto a la dovela a hormigonar. Esta posición relativa, determina la forma en planta, alzado y peralte del puente.

Todas las mediciones se efectúan en la cara superior de las dovelas, cada dovela «n» lleva tres puntos de referencia en su cara frontal denominados A_n , B_n , C_n . Los puntos A_n , B_n , C_n de una dovela coinciden con los de la cara dorsal de la dovela siguiente. Los puntos B_{n+1} y B_n están en el eje de la dovela y los puntos A_n , A_{n+1} , C_n y C_{n+1} se eligieron a 2,50 m a cada lado del eje.

Para el control en alzado se actúa sobre los ejes formados por los puntos A_{n+1} , A_n , A_{n-1} por una parte y los puntos C_{n+1} , C_n y C_{n-1} por otra. El eje longitudinal es la media de los dos ejes controlados y el peralte la diferencia entre ellos.

Desde una torre de control topográfico se lee la cota de los puntos A_{n+1} , C_{n+1} de la propia máscara y los puntos A_n , C_n de la cara frontal de la dovela conjugada y los puntos A_{n-1} , C_{n-1} de la cara dorsal de la misma dovela conjugada. Estas seis lecturas han sido previamente determinadas en una calculadora electrónica y la diferencia entre las magnitudes que tienen las lecturas reales y teóricas permiten establecer cuales han de ser los movimientos en alzado de la dovela conjugada.

La geometría en alzado del puente (perfil longitudinal y peralte) se puede reflejar por medio de diferencias entre las lecturas de cada dos dovelas consecutivas. Las cuatro diferencias $D(A_{n+1}, A_n)$; $D(A_{n+1}, A_{n-1})$; $D(C_{n+1}, C_n)$ y

$D(C_{n+1}, C_{n-1})$ determinan el alzado y peralte relativo entre dos dovelas. Estos desniveles se pueden obtener sin más de la geometría prevista en alzado y peraltes para el puente.

Sin embargo, durante el homigonado de cada dovela la posición de la dovela conjugada se aparta de esta posición teórica; por ello una vez endurecida la dovela y antes de desencofrar, se vuelven a tomar las seis lecturas que permiten obtener los cuatro desniveles reales que han quedado entre estas dos dovelas. La diferencia de estos desniveles respecto a los que se colocaron, marcarán el error cometido en la dovela $n+1$ usando la n como conjugada. Los desniveles reales se introducen en el cálculo para saber a donde irán a parar realmente los puntos A_{n+1} y C_{n+1} de la dovela $n+1$ cuando se monte el puente. Se obtienen así unas nuevas cotas reales de estos puntos, a partir de las cuales se deducen nuevos valores de los desniveles teóricos que hay que utilizar para colocar la dovela $n+1$ cuando actúa de contramoldé de la $n+2$. De este modo se van corrigiendo los errores de ejecución correspondientes a la dovela anterior.

La planta se controla realizando una medición mediante un cinta métrica entre los puntos A_{n+1} , B_{n+1} , C_{n+1} de la máscara y los puntos A_n , B_n , C_n de la cara frontal de la dovela conjugada.

Las cinco medidas A_{n+1} , A_n , A_{n+1} , B_n , B_{n+1} , B_n , C_{n+1} , B_n y C_{n+1} , C_n permiten una triangulación de la superficie y las diferencias entre sus valores reales y teóricos permiten ajustar los movimientos en planta de la dovela conjugada.

El cálculo de la geometría en plante es análoga en su idea base al cálculo en alzado. Se parte de la geometría del puente en planta y se calculan, para cada dovela, las cinco magnitudes dichas.

La dovela conjugada se moverá durante el hormigonado y una vez endurecida no tendrá la posición que se quería. Por ello, antes de desencofrar, se tomarán de nuevo las cinco medidas realmente resultantes. Estas medidas reales permiten calcular a donde irán a parar los puntos A_{n+1} , B_{n+1} y C_{n+1} de la dovela $n+1$ en planta cuando las dovelas sean ensambladas en el puente. Tomando en consideración estas

VOLADIZOS SUCESIVOS POR DOVELAS PREFABRICADAS

coordenadas reales y las correspondientes de A_{n+2} , B_{n+2} y C_{n+2} , se pueden calcular las cinco medidas que habría que colocar para absorber el error cuando se posiciona la dovela siguiente.

APOYOS DEL PUENTE SOBRE LAS PILAS (Figura 5)

La dovela 0 se coloca en la pila sobre cuatro gatos de movimiento horizontal y vertical. Una vez colocadas cuatro dovelas más se orienta el conjunto y se cambia el apoyo desde estos gatos a otros cuatro de movimiento vertical solamente y de mayor fuerza. Estos gatos se sitúan debajo de las almas de las dovelas 1 frontal y 1 dorsal respectivamente.

El tablero avanza en voladizo apoyado sobre los cuatro gatos hasta que se establezcan la continuidad con el voladizo anterior. Durante la

construcción se producen desequilibrios entre el brazo frontal y el dorsal. Estos desequilibrios dan lugar a un momento volcador sobre los dos gatos frontales. Para evitar el vuelco se han dispuesto nueve barras Dywidag tesadas a 95 Tn/Ud. entre el tablero y la pila. El momento estabilizador correspondiente a estas barras es mayor que el momento volcador, pero el coeficiente de seguridad es inferior al requerido por la normativa vigente. Para alcanzar este coeficiente de seguridad se dispone un segundo grupo de nueva barras Dywidag que actúan como tirantes pasivos entre la dovela 4 y el fuste de la pila.

Además de los gatos de apoyo y de las barras de sujeción, se colocan sobre la pila los aparatos de apoyo definitivos del tablero. Estos aparatos se disponen en número de dos bajo el eje transversal del tablero precisamente debajo del diafragma de la dovela 0. Durante la cons-

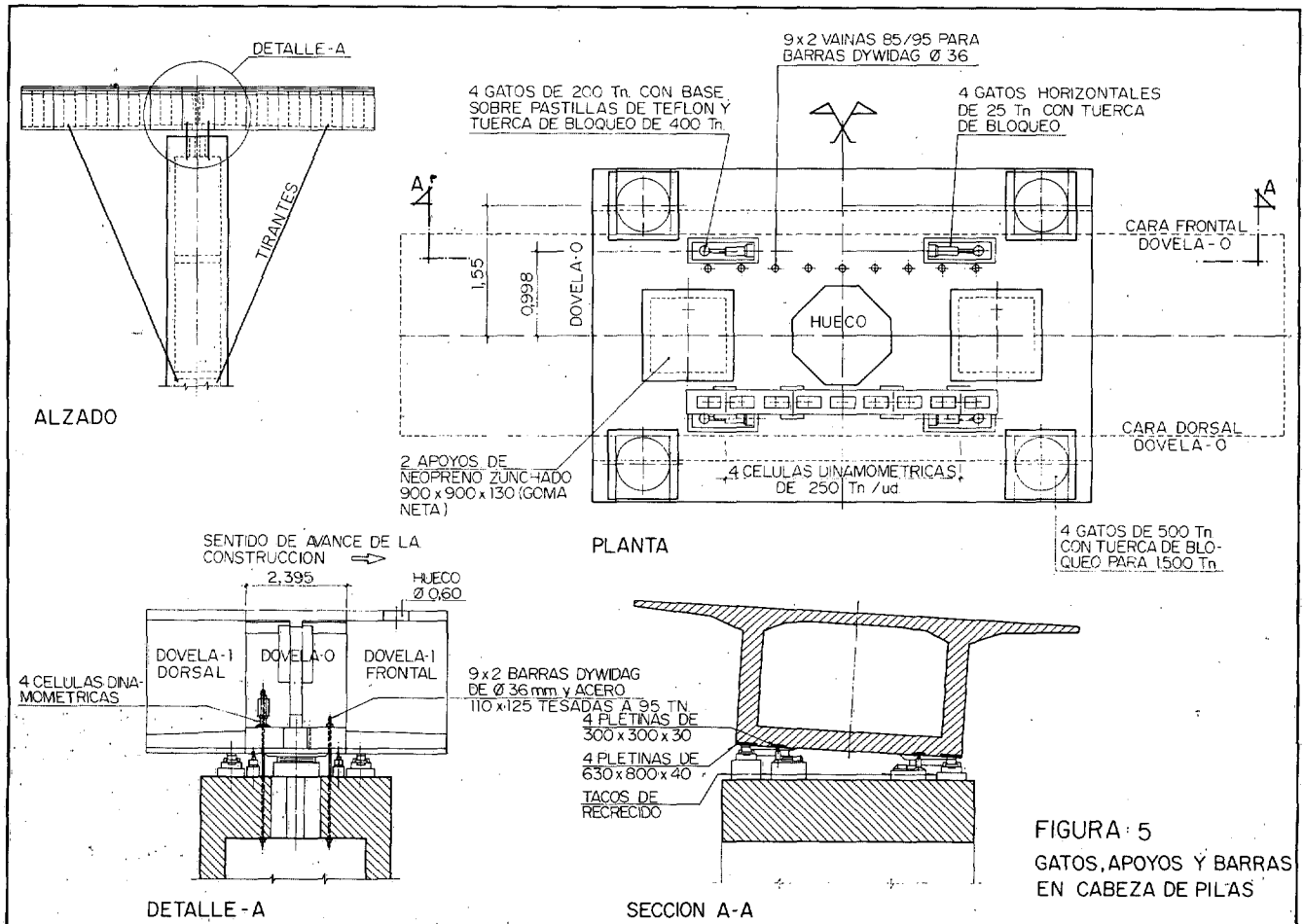


FIGURA 5
GATOS, APOYOS Y BARRAS EN CABEZA DE PILAS

trucción quedan unos centímetros libres entre ellos y el tablero. Cuando se ha dado continuidad con el vano anterior, se rellena este espacio libre con un mortero sueprfluidificado y se bajan los gatos. De este modo el puente queda sobre los apoyos definitivos.

Los apoyos definitivos funcionan como rótulas que permiten libremente el giro en el sentido longitudinal. En cuanto a su funcionamiento horizontal son diferentes según las pilas. Hay que tener en cuenta que una vez terminada la construcción, el puente no tiene juntas en toda su longitud, el punto fijo para los movimientos debidos a retracción, fluencia y temperatura es la pila central. Los movimientos en las demás pilas se absorben de modo diferente según su altura. Así en las pilas más altas la flexibilidad de éstas es suficiente para absorber los movimientos y se han dispuesto rótulas metálicas. En las pilas intermedias se han colocado neoprenos de alturas variables. En las pilas extremas y en los estribos se han colocado apoyos deslizantes de neopreno-teflón unidireccionales. El frenado se reparte entre las pilas sin teflón. El viento transversal se ha repartido me-

diante un cálculo que tiene en cuenta los efectos de segundo orden.

La forma en planta del puente es una «S», con su centro de simetría prácticamente coincidente con la pila central. Se puede elegir orientar los apoyos deslizantes al pojo o bien tangencialmente, se eligió la orientación tangencial de los apoyos deslizantes guiados unidireccionalmente.

LANZADOR METALICO DE DOVELAS (Figura 6)

Los lanzadores de dovelas prefabricadas son habitualmente vigas de celosía metálica más o menos potentes y más o menos mecanizados. En el caso de los puentes de Cruzul y Horta se empleó una estructura metálica constituida por dos vigas de celosía paralelas de unos 100 m de longitud, y de 2,6 m de canto. Este lanzador salva vanos de hasta 45 m y transporta pesos de hasta 60 Tn. Esta estructura se fabricó y empleó originalmente como lanzador de vigas pretensadas prefabricadas y ha sido transformada ahora para lanzar dovelas. Para la

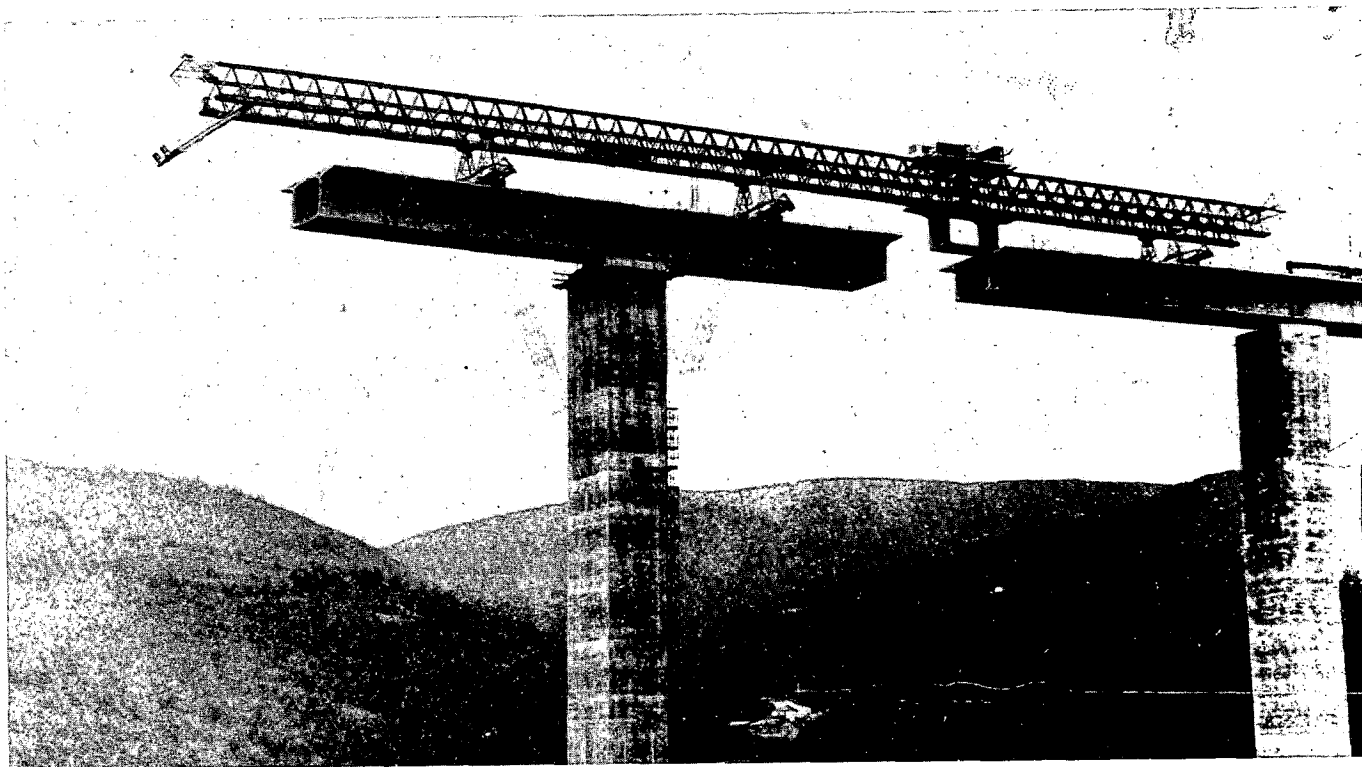


Figura 6

VOLADIZOS SUCESIVOS POR DOVELAS PREFABRICADAS

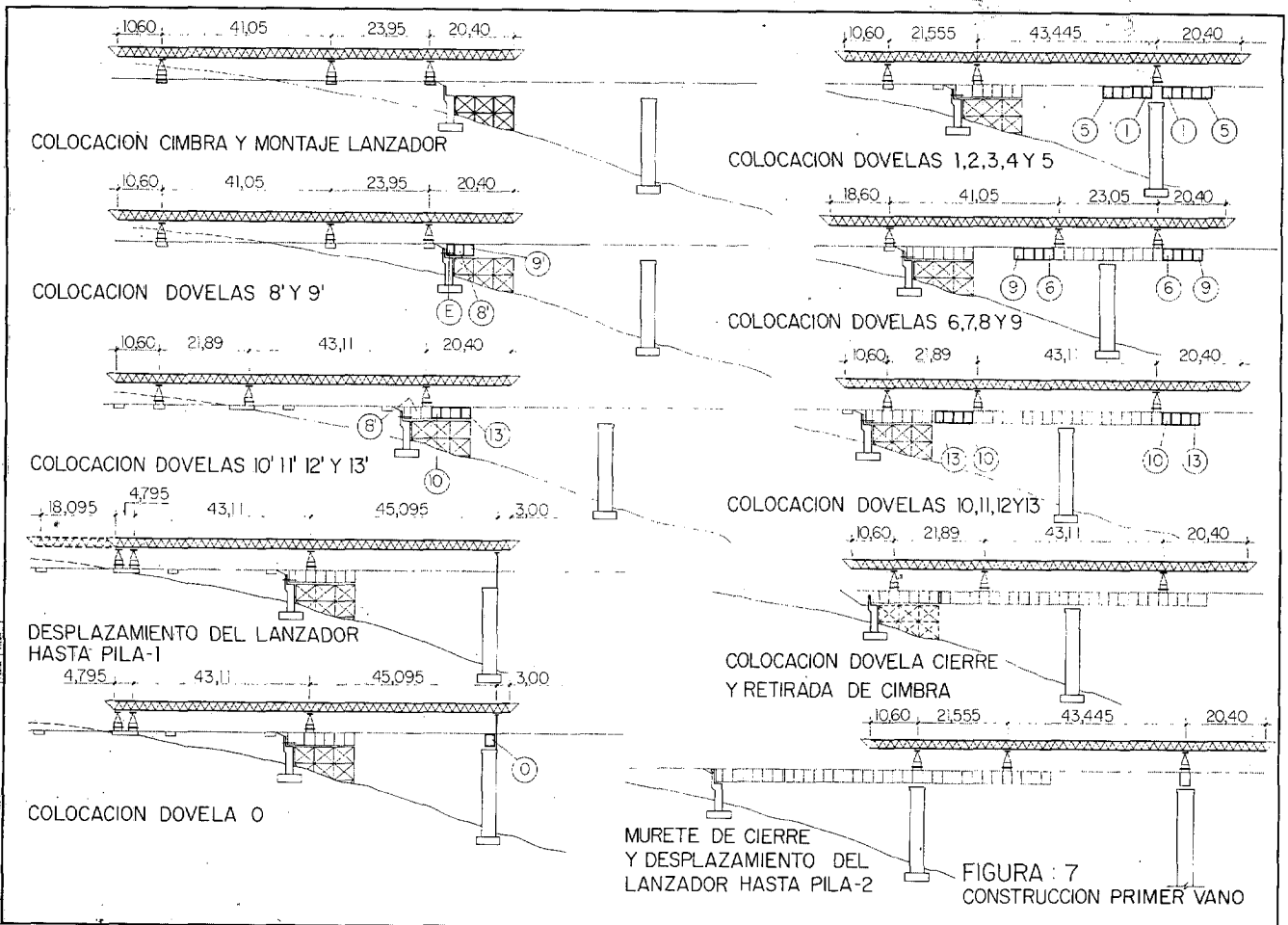


FIGURA 7
CONSTRUCCION PRIMER VANO

construcción de los Viaductos de Cruzul y Horta, el lanzador tiene cuatro posiciones de apoyo correspondientes a: la dovela 0, las dovelas 1 a 4, las dovelas 5 a 8 y finalmente las dovelas 9 a 13. (Fig. 7).

LANZAMIENTO Y ORIENTACION DE LA DOVELA DE PILA

La dovela 0 ha de colocarse sobre los gatos de la pila orientándola para que todo el brazo en voladizo quede en su sitio. La colocación de la dovela 0 no es la única orientación que se realiza, ya que cuando hay cinco dovelas se reorienta el conjunto. No obstante, cuanto mejor sea la orientación de la dovela de pila, menores serán los movimientos que se precisen en la reorientación.

La dovela 0 se coloca situando el eje del lanzador sobre el eje de la pila. Después se deja

sobre los gatos que han sido dispuestos con el pistón a media carrera. Para la posición en planta se hacen coincidir unas marcas realizadas en el centro de las cuatro caras laterales de la dovela con los ejes teóricos de las pilas que han sido asimismo marcados sobre la coronación.

RESINAS EPOXI

La dovela «n» que se va a colocar se enfrenta a la anterior «n-1» manteniéndola suspendida del lanzador a poca distancia y un poco más alta del tablero ya construido, se procede a dar la resina epoxi. La resina se da en la cara dorsal de la dovela que se va a colocar, se extiende con la mano, y se consumen 4 kg/m² aproximadamente quedando una capa de algo más de 2 mm de espesor. Las resinas son epoxi y los endurecedores a base de aminas cicloalifáticas.

Se estudiaron tres formulaciones de resina di-

ferentes que tenían las siguientes propiedades. La primera para emplear en invierno con temperaturas de -5° a 10°C , la segunda para primavera y otoño de 10° a 20°C y la tercera para verano de 20° a 35°C . Las propiedades principales de estas tres formulaciones serán: «Pot life»: mayor de 20 minutos. «Open time»: mayor de 60 minutos en la formulación de invierno y en la intermedia y mayor de 45 minutos en la de verano. Resistencia a tensión tangencial entre: 42 y 53 kg/cm^2 . Resistencia a compresión entre 758 y 933 kg/cm^2 . El punto de termoreblandecimiento está en los tres casos por encima de los 50°C . Aunque se controlaron estas características durante las obras, hay que señalar que las funciones mecánicas de la resina en los puentes de dovelas actuales han quedado muy limitadas y su importancia está más en relación con el sellado de la junta y la estanquidad entre las vainas durante la inyección.

PRETENSADO TEMPORAL

Una vez dada la resina en la cara de la dovela se introducen las barras Dywidag del pretensado temporal. Se utilizaban seis barras entre cada dos dovelas. Las barras se tesan al 75 % es decir, 95 Tn/ud y tienen su centro de gravedad coincidiendo aproximadamente con la fibra neutra, por lo que la tensión producida es sensiblemente uniforme en toda la sección. La tensión debida al pretensado temporal más el peso de una dovela varía de 6,5 a 7,5 kg/cm^2 .

PRETENSADO DE VOLADIZOS DEFINITIVO

El pretensado definitivo iba retrasado dos dovelas respecto de la colocación con barras, normalmente se empezaban las operaciones de pretensado definitivo por la tarde y se terminaban por la noche, de este modo se colocaron fácilmente cuatro dovelas día, pudiendo llegarse a seis dovelas e incluso a más.

Los 34 tendones de voladizo están constituidos por 12 cordones de 0,6 pulgadas de diámetro que se tensa a 260 Tn/Ud. Los cordones se enhebraron utilizando aceites solubles. Las vainas utilizadas fueron de 90 mm y los anclajes y gatos fueron sistema Freyssinet. El pre-

tensado definitivo se realizó con dos equipos de tensado simultáneo desde los dos extremos. El pretensado se realizó con algunas dificultades de enhebrado y con valores de los alargamientos algo inferiores a los previstos incluso teniendo en cuenta un aumento de coeficiente K (desviaciones no intencionales) hasta el doble del normal.

REORIENTACION DEL TABLERO EN CONSTRUCCION

La reorientación de los voladizos se realizaba en dos fases adicionales a la orientación de la dovela 0 descrita en el apartado anterior.

La primera se realiza después de colocadas las dovelas 2 frontal y 2 dorsal. De este modo se tenían un total de cinco dovelas colocadas que proporcionaban una base de medida de 12 m de longitud. Cuando era necesario, se procedía a la segunda y definitiva reorientación al terminar cada T de voladizos antes del cierre.

Las operaciones de reorientación se dividen en alzado y planta. La reorientación en alzado incluye: el peralte y el perfil longitudinal y se hace actuando directamente sobre los gatos de movimiento vertical. La reorientación en planta se basa actuando sobre los gatos de movimiento horizontal que acompañan a los anteriores. Las operaciones de reorientación del voladizo completo, cuando son necesarias, son similares, pero para el alzado hay que actuar con los gatos mayores que están bajo la dovela 1.

Las cotas y coordenadas teóricas de los puntos para reorientación se calculan teniendo en cuenta los datos del control geométrico correspondientes a la prefabricación de las dovelas en parque.

OPERACION DE CIERRE EN CLAVE Y PRETENSADO DE CONTINUIDAD

Una vez se han terminado los voladizos de dos pilas consecutivas, hay que proceder a dar continuidad al vano hormigonando «in situ» una dovela de cierre de 33,5 cm de espesor. En general la colocación mediante marcas de la dovela 0 y la reorientación con topografía del con-

junto de las cinco primeras dovelas, debe ser suficiente para lograr cerrar con error menor de 2 cm en planta y alzado; y menor de 0,5 % de error en peralte. Si no se llegara al cierre dentro de estos límites cabe realizar la orientación de los voladizos completos citada en el párrafo anterior.

Una vez reorientado el voladizo, el tablero presentará una coincidencia perfecta en el cierre; mientras que en el extremo libre se habrán dado las coordenadas previstas. Las siguientes operaciones son: el encofrado, ferrallado, colocación de vainas y el hormigonado de la dovela de clave seguido a las 24 horas del pretensado de continuidad.

Los 18 tendones de continuidad que permiten el cierre en el centro de los vanos son también de 12 cordones de 0,6 pulgadas tienen un trazado recto en la zona no influida por la llegada al anclaje. Estos tendones van por la losa inferior y se incurvan ligeramente para anclar en el extremo inferior de los bloques de anclaje. Estos tendones se completan con otros cuatro en la losa superior cerrando la clave.

Los tendones superiores son necesarios para que el pretensado de continuidad no produzca tracciones en la fibra superior cuando aún no actúa el peso propio ni ninguna otra carga. Los tendones de continuidad se tensan a 260 Tn/Ud.

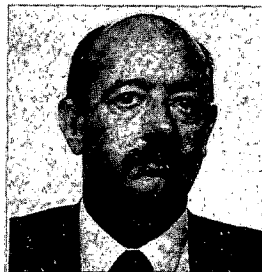
INYECCION DE LAS VAINAS DE PRETENSADO

La inyección de las vainas, que se realizó al terminar cada viaducto, se inicia con el lavado de los aceites solubles empleados en el enhebrado, tesado y protección de los tendones. Durante este lavado con agua se detectaron una serie de fugas y algunas interconexiones de vainas. Las fugas se sellaron con resinas epoxi utilizando un andamio exterior colgado bajo el puente y que rodaba sobre el tablero. Las interconexiones se resolvieron inyectando simultáneamente las vainas conectadas. Para mayor seguridad se aditivó la lechada de inyección con un retardador de fraguado que permitía reinyecciones hasta 24 horas después del mezclado.

RENDIMIENTOS, CUANTIAS Y CONCLUSIONES

En la fabricación en parque se emplearon nueve hombres, incluyendo el manejo del acopio y sin incluir la mano de obra de la ferralla ni la topografía. Estos hombres han fabricado durante más de un año trescientas dovelas a un ritmo constante de una dovela cada día. En la colocación de dovelas se empleaban siete hombres que durante cinco meses colocaron las doscientas dovelas del viaducto del Cruzul a un ritmo medio de dos dovelas por día de trabajo. Si bien en algunos días no se colocaban dovelas y otros días se colocaban cuatro al día. La cuantía de hormigón fue de $0,65 \text{ m}^3/\text{m}^2$, la cuantía de armadura activa $30 \text{ kg}/\text{m}^2$, y la cuantía de armadura pasiva $110 \text{ kg}/\text{m}^3$. La conclusión es que los puentes de dovelas, que hemos llamado de la segunda generación, permiten resultados económicos muy competitivos cuando se trata de puentes largos que tienen pilas altas u obstáculos naturales que dificulten las cimbras y las cimentaciones. Las luces óptimas están entre: 50 y 70 m. La velocidad de construcción es muy grande permitiendo plazos record en las obras. El mayor inconveniente de construcción relacionado con las vainas en las almas, inyecciones etc... parece resuelto con las dovelas de tercera generación con pretensado exterior en las que además se puede disminuir la cuantía de hormigón aligerando las almas en celosía. ■

Santiago P. Fadón



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos por la Escuela Técnica Superior de Madrid, terminó sus estudios en 1971 y durante diez años desarrolló proyectos en Euroestudios Ingenieros de Consulta, de aquella época son los proyectos de algunos puentes de la autopista Bilbao-Behobia Tramo V, Proyecto de un puente sobre el río Urola, Proyecto de Puente Restaurante en Arrigoriaga entre otros.

Pertenece desde 1982 a la comisión de proyectos de la Federación internacional del Pretensado y ha publicado numerosos artículos y comunicaciones en revistas y congresos especializados en puentes pretensados.