

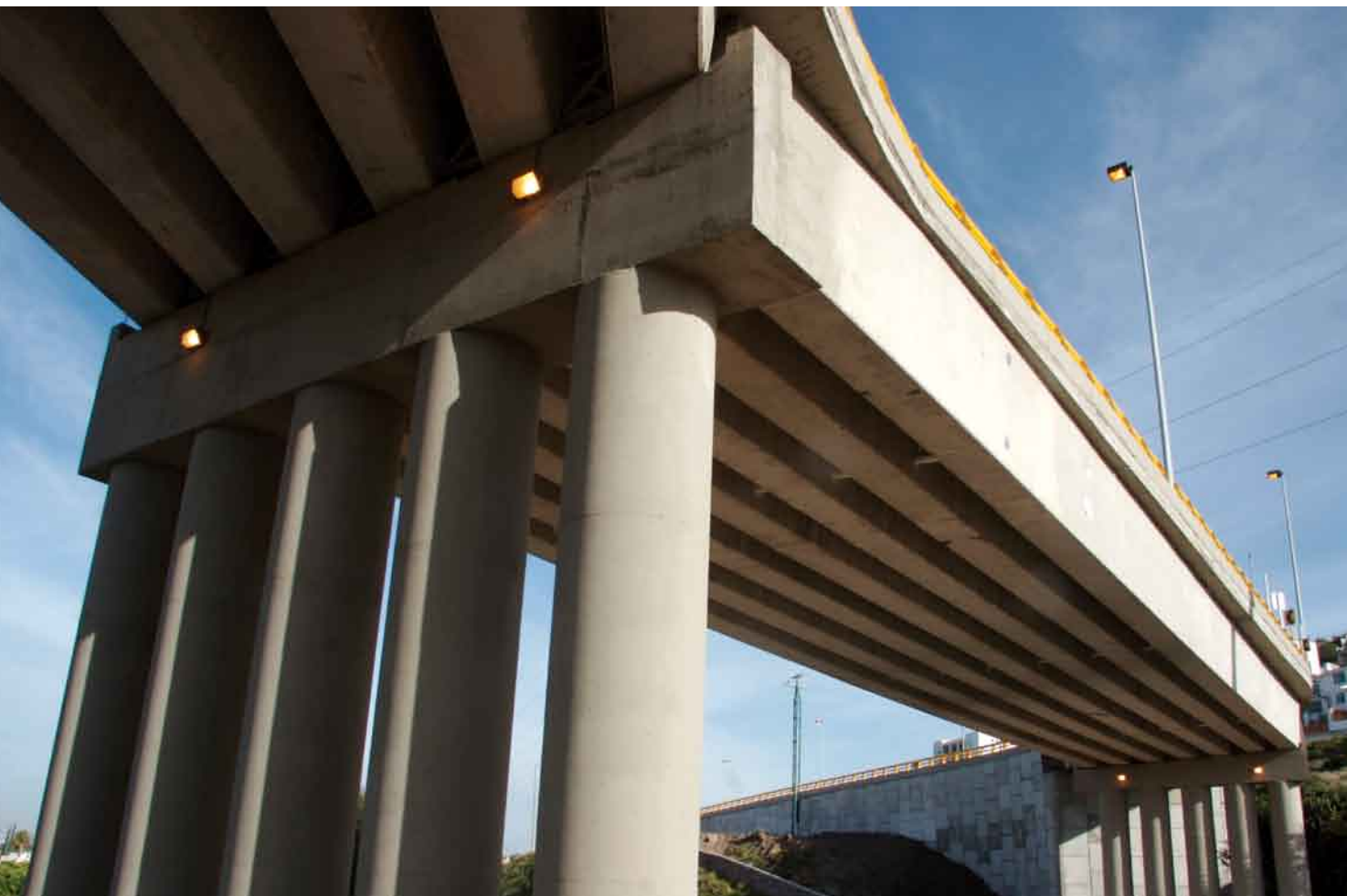
# Soluciones para grandes claros

Desarrollar grandes claros es un sueño hecho realidad en la actualidad pues existen empresas que están generando este tipo de espacios a través de los prefabricados.

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía SEPSA

**S**ervicios y Elementos Presforzados, SA de CV (SEPSA) es una empresa mexicana que fue fundada en 1961, fecha desde la cual se ha comprometido a desarrollar nuevas tecnologías y sistemas que permitan resolver diversos problemas estructurales a nivel constructivo. En su historia se le reconoce por ser una de las empresas que más ha revolucionado la construcción de puentes mediante el empleo de prefabricados y su oferta de productos estructurales. *Construcción y Tecnología* sostuvo una breve pero interesante entrevista con el ing. David F. Rodríguez, gerente de proyectos de esta empresa quien comentó acerca de la generación de soluciones en la creación de grandes claros a través de la prefabricación estructural.



### ■ ¿Cómo se enfrenta el reto constructivo de generar grandes claros, por ejemplo, en puentes?

“En SEPSA hemos utilizado una técnica para el uso de traveses prefabricados en puentes de claros de entre 40 y 50 metros. Cuando los proyectos requieren de traveses cuya longitud rebasa las capacidades de los equipos de transporte y/o montaje, o que las carreteras entre la planta de prefabricados y la obra no permita circular con vigas con exceso de longitud por lo cerrado de los radios de curvatura, hemos propuesto y perfeccionado el uso de traveses segmentados, uniéndolos en obra mediante postensado. Este tipo de técnica ha sido un éxito en puentes construidos en varios municipios de la República Mexicana, donde por la lejanía de la obra con un centro urbano se dificulta el suministro de los materiales de buena calidad necesarios para el colado de estos elementos con presfuerzo activo ya que como señalé, es complicado llevar a la obra, las traveses con la longitud requerida en el proyecto”.

### ■ ¿Cuáles son las principales características de estos elementos estructurales?

“El uso de traveses segmentados nace del mismo principio utilizado en las traveses postensadas pero aplicado a elementos prefabricados. Hago notar que el inducir esfuerzos al concreto que ocasionan una contraflecha a las traveses, opuesta a la deformación que van a tener por la aplicación de las cargas a las que se verán sometidas durante su vida útil, se inició de manera práctica con el postensado de los elementos dado que no se tenían los muertos o collarines de anclaje de las plantas prefabricadoras modernas. De tal forma se colaban las traveses dejando ductos ahogados dentro del concreto, una vez endurecido éste, se colocaban cables de alta resistencia por los ductos y se tensaban anclándolos en los extremos de la trabe, con ello se proveía al concreto un estado de esfuerzos de compresión que permitía que la trabe resistiera mayores cargas, con menos materiales.

Así es que con esta base y con el fin de ahorrar tiempos en la construcción de puentes que tenían las condiciones ya explicadas, propusimos el prefabricar



segmentos individuales de traveses que formarían grandes claros, pero que tuvieran la longitud y peso adecuados para utilizar los equipos de transporte y montaje tradicionales, y que su longitud fuera la necesaria para poder ser transportadas al lugar de la obra independientemente de las condiciones del camino. Cada uno de los segmentos de la trabe se diseña de acuerdo al claro total donde formarán parte, además del diseño individual que requieren para ser transportados y manejados en el lugar de la obra”.

### ■ ¿Cuál es el principal reto de dar solución a este tipo de proyectos?

“Los grandes claros en puentes quedan definidos por el proyecto cuando los accidentes topográficos requieren para ser salvados de elementos con longitudes tales que resulta difícil o imposible el poder llevarlos a la obra con prefabricados tradicionales. Usualmente, para estos casos se emplean sistemas constructivos



## Mejor por experiencia...

SEPSA ha usado esta técnica con éxito en puentes como el puente Ceylán, en el Estado de México, que tiene travesaños I de Aashto V modificadas con un claro de 43 metros; en el puente Zautla, en Tlaxcala, que posee travesaños cajón con aletas, con un claro de 29 metros, pero con accesos para segmentos de 12 metros, En el puente Emeterio González, en Querétaro, con claros de 46.6 metros en sección cajón sin aletas. En todos ellos con resultados favorables y que muchas veces han superado las expectativas iniciales. Sin duda, este tipo de soluciones se ve reflejado indudablemente en ahorros económicos ya que evita el empleo de sistemas que son costosos y tardados y, que en muchos casos las comunidades más apartadas no cuentan con los recursos suficientes para desarrollarlos.

como el de puentes empujados, o dovelas que se postensan en el sitio en su lugar definitivo colgándolas de grandes estructuras de acero que las sostienen mientras se van uniendo claro por claro. Estas técnicas son muy usadas en los grandes proyectos de ingeniería pero por la magnitud de la infraestructura que hay que implementar en el lugar de la obra resultan costosos y tardados. El reto fundamental a solucionar que veo, es el conseguir un efectivo ahorro de tiempo y de costo en la construcción de estos puentes”.

## ■ Planeación y trabajo *in situ*

“Sobre este tema hay diversos aspectos que se deben tomar en cuenta. Por ejemplo, se debe considerar la ruta de la planta de prefabricados a la obra, determinando cuál es la máxima longitud que puede tener el segmento de trabe más largo, una vez hecho esto se procede al diseño de la trabe de la longitud total que requiere el proyecto definiendo los puntos de conexión entre segmentos de acuerdo a la longitud máxima determinada en el recorrido de la ruta y a los esfuerzos después del postensado cumpliendo la condición de que no haya esfuerzos de tensión en la fibra inferior en la zona de la conexión. Una vez diseñada la trabe se procede a la revisión de cada segmento individual, que permita el desmolde y su trabajo como vigas simplemente apoyadas durante el transporte.

La fabricación de cada segmento se hace en la planta de producción de acuerdo a los planos de taller resultado del diseño. Se debe tener especial cuidado en la colocación de los ductos por donde se alojarán los cables para el postensado que unirán cada segmento como una sola trabe. Ya en el lugar de la obra se deberá contar con espacio suficiente para que cada segmento se pueda alinear. Estas maniobras se hacen con los trailers que los transportan y con grúas, por lo que mientras más espacio haya se podrá hacer más fácil y rápido este trabajo”.







## ■ ¿Qué cualidades debe de tener el concreto utilizado en estos elementos?

“El concreto empleado en la construcción de los segmentos es concreto de resistencia  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ , como el usado en el colado de elementos prefabricados. Dependiendo de las cimbras con las que se cuente, puede ser autonivelante o normal con un revenimiento de 14 cm. Y hablando del concreto que se emplea en sitio para el colado de la junta entre segmentos, éste deberá garantizar la resistencia especificada en el menor plazo posible, ya que si no se cuenta con la resistencia en la junta no se puede llevar a cabo el postensado retrasando a la obra”.



## ■ Trabajo estructural y proceso de fabricación.

“En lo que respecta al primer tema, puedo decir que estas traveses segmentadas se comportan como traveses postensados; es decir aprovechan las ventajas de los esfuerzos inducidos mediante cables.

Hablando del proceso de fabricación podríamos sintetizarlo en algunos pasos como son los siguientes: alineación de los segmentos de trabe que formarán un elemento de mayor longitud; colocación de

los cables de presfuerzo por los ductos previstos en cada segmento desde un inicio hasta el final de la trabe, dejando puntas salientes para poder ser jalados por el gato de tensados; habilitado de acero en las uniones entre segmentos, para cimbrarlos y colarlos con concreto de resistencia rápida hecho en obra; una vez que las juntas coladas tienen la resistencia mínima para el postensado, se realiza éste mediante el tensado de todos los cables especificados en el proyecto, deformando el cable hasta donde el cálculo del alargamiento se cumpla para garantizar que cada cable tenga la fuerza necesaria y lograr que la pieza trabaje con el momento resistente calculado en el diseño; posteriormente se inyectan los ductos del postensado con lechada para evitar la corrosión de los torones y se sellan los extremos de la trabe que se encuentran remediados del paño extremo para alojar las campanas y cuñas de anclaje, así la trabe queda lista para las maniobras de montaje”. ©

## Mejor en ahorro...

El uso de traveses segmentadas prefabricadas permite el ahorro de tiempos, ya que mientras se realizan las cimentaciones en el sitio de la obra, se pueden prefabricar las columnas y traveses del puente. Por su parte, las traveses al ser pre y postensados, permiten que sean más ligeras, de menor peralte y sección. Con esto se tiene un ahorro en materiales, en el peso de la estructura y en el precio de la obra. Sin embargo –sin ser una desventaja– se debe mencionar que esto implica la participación de personal calificado, instalaciones, equipos adecuados y el empleo de materiales de buena calidad así como la existencia de concretos de resistencia al menos de  $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$ .