



# Un puente monumento

Antonieta Valtierra

Fotos: Cortesía IP Santo Domingo, Ayesa México y RECSA.

Los puentes urbanos deben ser diseñados con la aspiración de erigir un monumento que enriquezca la ciudad donde se ubican.





naugurado en los primeros días de abril de 2013, el puente "La Silla" fue construido con recursos del Fondo de Desastres Naturales (Fonden) y del Gobierno Federal. La inversión superó los 106 mdp. Y es una de las obras de mayor importancia para Nuevo León.

El puente "La Silla" está situado en el "KM 66+000, camino Libramiento Norte de Monterrey, sobre el río Santa Catarina a su paso por la ciudad Benito Juárez, en Nuevo León, junto al núcleo urbano de la misma. La construcción de dicha infraestructura forma parte de las mejoras que se hacen en la entidad tras los destrozos causados por el paso del huracán Alex (que cortó el acceso a ciudad Benito Juárez debido al rebasamiento del puente-vado que constituía la entrada principal a la ciudad). Está considerado dentro de los proyectos promovidos por el Sistema de Caminos de Nuevo León para reconstrucción de toda la infraestructura dañada por el huracán en todo el estado. Esta obra hoy día beneficia a 500 mil habitantes de la zona.

## Surge una idea con identidad

La necesidad de restablecer una importante vía de comunicación en la ciudad de Juárez y de dotar de una infraestructura que mejore los servicios y su imagen, marcó la pauta para erigir un Puente Monumento que recordara la cadena montañosa más famosa e imponente de Monterrey, coronada por el Cerro de La Silla, símbolo regionmontano visible desde todos los rincones de la ciudad.

Así surgió el proyecto que contempló la reconstrucción total de la estructura dañada, sin dejar de lado el cumplimiento de los objetivos de satisfacer los requerimientos primordiales viales existentes y de seguridad, incluyendo los elementos que aseguraran su resistencia ante fenómenos meteorológicos de magnitudes mayores a las que se enfrentó con el huracán Alex, además de optimizarla y modernizarla, así como aumentar su capacidad hidráulica. Por otra parte, fue aprovechada la ocasión para generar una obra de alto contenido estético, tanto ingenieril

## Datos sobresalientes:

- 172 metros de longitud.
- 22.60 metros de ancho.
- 4 carriles de circulación.
- 2 banquetas para peatones y bicicletas.
- 1 camellón central de 3 metros de ancho.
- Sistema de desagüe.
- Capacidad hidráulica 5100 m<sup>3</sup>/s.

como arquitectónicamente, con la finalidad de promover la realización de proyectos sustentables y armónicos con el medio ambiente.

La construcción del puente se inició en diciembre de 2011 y terminó en enero de 2013. La obra tiene 172 metros de longitud total medidos a ejes de apoyos de los estribos, y 173 metros de longitud total, distribuida en seis vanos de 18, 26, 32, 24, 42 y 30 metros de longitud.

Este puente fue proyectado con dos carriles por sentido de circulación, con banquetas de 2.50 m de ancho y camellón central de 3 m de ancho, por lo que el ancho total del puente es de 22.60 m. El trazado de la carretera a su paso sobre el río es recto; en alzado presenta unas ligeras pendientes hacia los terraplenes de acceso al puente, de forma que el tablero se sitúa a una altura suficiente para permitir el paso de una avenida extrema de 5,300 m<sup>3</sup>/seg, de acuerdo a los requerimientos solicitados por la Comisión Nacional del Agua (Conagua).



## Objetivos alcanzados:

- Rehabilitación del cauce del río.
- Rescate de espacios verdes.
- Creación de áreas deportivas y de esparcimiento.
- Mejoramiento del paisaje urbano.

## La estructura

El diseño del puente es integral, sin aparatos de apoyo en ninguna de las columnas y sin juntas de dilatación intermedias, razón por la cual para dotarle de flexibilidad longitudinal suficiente, las pilas de cimentación en las columnas se dispusieron en una sola fila.

De esta forma se logró mejorar la calidad de operación de la estructura y se redujo considerablemente el costo de mantenimiento de la misma. Este tipo de diseño confiere al puente la forma monolítica de una escultura de concreto.

El armazón del puente está formado básicamente por una gran trabe central de concreto reforzado y de peralte variable, cuyo perfil rememora la silueta del Cerro de La Silla. La resistencia longitudinal queda garantizada por la gran viga central y parte de la losa volada que forma el tablero del puente. Por su parte, la flexión transversal está asegurada mediante los voladizos aligerados y reforzados mediante un postensado transversal.

La sección transversal del puente está constituida por una trabe central de sección casi triangular con base de 2 m de ancho, y cuyo trazado longitudinal describe un perfil irregular que presenta su máxima altura sobre apoyos y mínima altura en el centro del vano. La trabe está formada por muros de 30 cm de espesor, salvo en su parte central en la que es completamente maciza. Dichos muros están arriostrados entre sí mediante diafragmas ubicados cada 2 m. En la construcción de la trabe se colocó un encofrado perdido de madera en su interior para materializar los aligeramientos.

La losa que sustenta las calzadas y banquetas (de 22.6 m de ancho), tiene peralte variable entre



0.21 m en extremos y 1.21 m en el eje; también está aligerada en su parte central con poliestireno expandido de forma circular de entre 80 y 60 cm de diámetro.

El puente está apoyado sobre estribos que transmiten la carga al terreno mediante 8 pilas de concreto de 1.20 m, que trabajan por punta empotrándose en el sustrato rocoso. Los estribos son cerrados de concreto reforzado, constituidos por un muro de 22.6 m de ancho, de 1.5 m de espesor y 5.90 y 8 m de altura total para el estribo 1 y 2 respectivamente. Sobre éste se apoya el tablero con 3 aparatos deslizantes de neopreno zunchado que sirven de apoyo. La zapata es de 22.6 x 6.90 x 1.75 m.

Las columnas se empotran tanto en el tablero como en su zapata. Están formadas por unos macizos de concreto reforzado de sección rectangular anclada a sus cuatro vértices de 1.5 X 3 m en la base y 4.5 x 9.0 m en el empotramiento con el tablero. La cimentación de las columnas fue profunda con 4 pilas de 1.2 m de diámetro para cada una; trabajan por punta incrustándose en el sustrato rocoso. En cuanto a la zapata es rectangular de 11.4 x 2 m en planta y altura variable entre 1.2 m en bordes y 2 m bajo la columna.

## Innovación en técnicas y procesos constructivos

En la obra fueron promovidas las nuevas tecnologías sustentables, con las que se aseguró la calidad estructural del puente y la prolongación de la vida útil de la estructura, así como reducir los costos de mantenimiento. La tecnología constructiva transformadora utilizada ayudó considerablemente a la ejecución del proyecto, pues con la implementación del concreto reforzado, la eliminación de aparatos de apoyo intermedios y de juntas de dilatación intermedias, el puente es considerado semi-integral.

También fue aplicado un postensado transversal en la losa que permitió alcanzar un mayor vuelo con menores espesores de losa, de manera que fue posible por un lado optimizar el coste y por otro crear una estructura con mayor valor estético y estructural. Otras de las ventajas que provee el diseño estructural de la obra son: la simplicidad constructiva y funcionalidad, mayor seguridad y confort para el usuario, diseño singular y único, así como economía de materiales.

## Aspectos destacados del proyecto

El mejoramiento de las condiciones de accesibilidad al puente y





de la vialidad fue dado con el diseño de amplias vialidades con cuatro carriles para circulación vehicular (dos carriles para cada sentido), además dos banquetas para mayor seguridad y el tránsito libre para peatones y personas con capacidades diferentes, que también funcionan como ciclo-vías.

Uno de los aspectos estéticos de ésta obra es el color, el cual fue logrado al utilizar en la estructura, en muros de estribos, columnas de apoyo, tablero, banquetas, camellón central y guarniciones, un Concreto Profesional Arquitectónico blanco con agregado de mármol (proveído por CEMEX). Los elementos que enfatizan son los barandales que fueron proyectados mediante soportes cada 2 m, con dos tubos de acero y cables de acero inoxidable dispuestos longitudinalmente. Destaca también el mejoramiento de la capacidad hidráulica de la estructura, así como los elementos estructurales que componen el puente vehicular, los cuales cuentan con las características necesarias para soportar las cargas vehiculares de diseño, además de garantizar la operatividad de la vialidad ante cualquier situación meteorológica previsible en el futuro.

### Beneficios a la comunidad

Primeramente la optimización del funcionamiento vial que fue adaptado a las necesidades de tránsito que se presentan en la misma, ya que también fueron implementados los elementos precisos para dotar de un servicio eficiente a la comunidad; lograr disminuir los tiempos en traslados y el aumento de la seguridad para los usuarios. Con el desarrollo del proyecto fue modernizado el trazado vial y los cambios de rasante se suavizaron.

El impacto ambiental se redujo con el mejoramiento del entorno; además se le dio mejor uso a la ocupación del territorio sobre el vado del río. También se modificaron las condiciones naturales por acciones tales como desazolve del



### Normativa utilizada:

- *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*, edición 2007.
- *Reglamento para estructuras de concreto reforzado, ACI-318S-05.*
- *Manual CFE*, edición 2008; Viento y Sismo.
- *Normas Técnicas complementarias del RCDF*, edición 2004.

cauce y limpieza de las áreas aledañas al puente. Consecuentemente se generó un impacto visual, resaltado por los valores escénicos y estéticos de la construcción que dieron forma al puente "La Silla".

En cuanto al equipamiento urbano, fue implementada la infraestructura y nomenclatura necesaria para el correcto funcionamiento e integración del puente al entorno. En ambas márgenes del río fueron realizados trabajos de acondicionamiento. La zona de actuación total fue de 300,000 m<sup>2</sup> en la cual, por ejemplo, se proyectaron zonas recreativas, paseos y carriles para bicicletas, los cuales fueron conectados a las banquetas del puente, dándoles continuidad a ambos lados del río. De esta forma se dotó a la ciudad tanto de una infraestructura necesaria—que estará en funcionamiento permanentemente—, como de una futura nueva zona de esparcimiento. ©