

EL PUENTE DEL CACHORRO Y EL DESATERRAMIEN- TO DE CHAPINA

Por Jose Luis Manzanares
Doctor Ingeniero de Caminos

Sevilla tiene una difícil posición geográfica. Nuestra ciudad fue fundada unos 1.000 años a.d.c. en el cauce de avenidas de un río singular, el Guadalquivir. Un río que pasa por épocas de sequía extrema, en las que su cauce ordinario se ve reducido a llevar unos 10 m³/seg y el nivel de sus aguas es el mismo que el del mar, la cota cero. Pero también es un río que en épocas lluviosas es capaz de traer quince mil metros cúbicos por segundo y alcanzar con sus aguas la cota diez.

Si tenemos en cuenta que gran parte de la ciudad se encuentra a la cota 5 ó 6, basta una simple resta para averiguar que en épocas de crecida el río se situaba a 4 ó 5 metros sobre las calles de Sevilla.

Cuenta San Isidoro que los primeros pobladores, conocedores del problema, construyeron una ciudad palafítica, de ahí su nombre Híspalis. Otros autores atribuyen el nombre a que es una ciudad llana (pal en fenicio). En cualquier caso ambas hipótesis son verosímiles.

Sevilla es una ciudad llana, que se asienta en la vega de un río que la inunda, y los primeros pobladores de las orillas no tendrían otra alternativa que la de hacer palafitos, porque si no poco durarían sus viviendas.

La historia de nuestra ciudad ha estado caracterizada por su lucha contra el río. Cada dos o tres años había una riada que anegaba las calles, se llevaba enseres y vidas y amenazaba con destruirla.

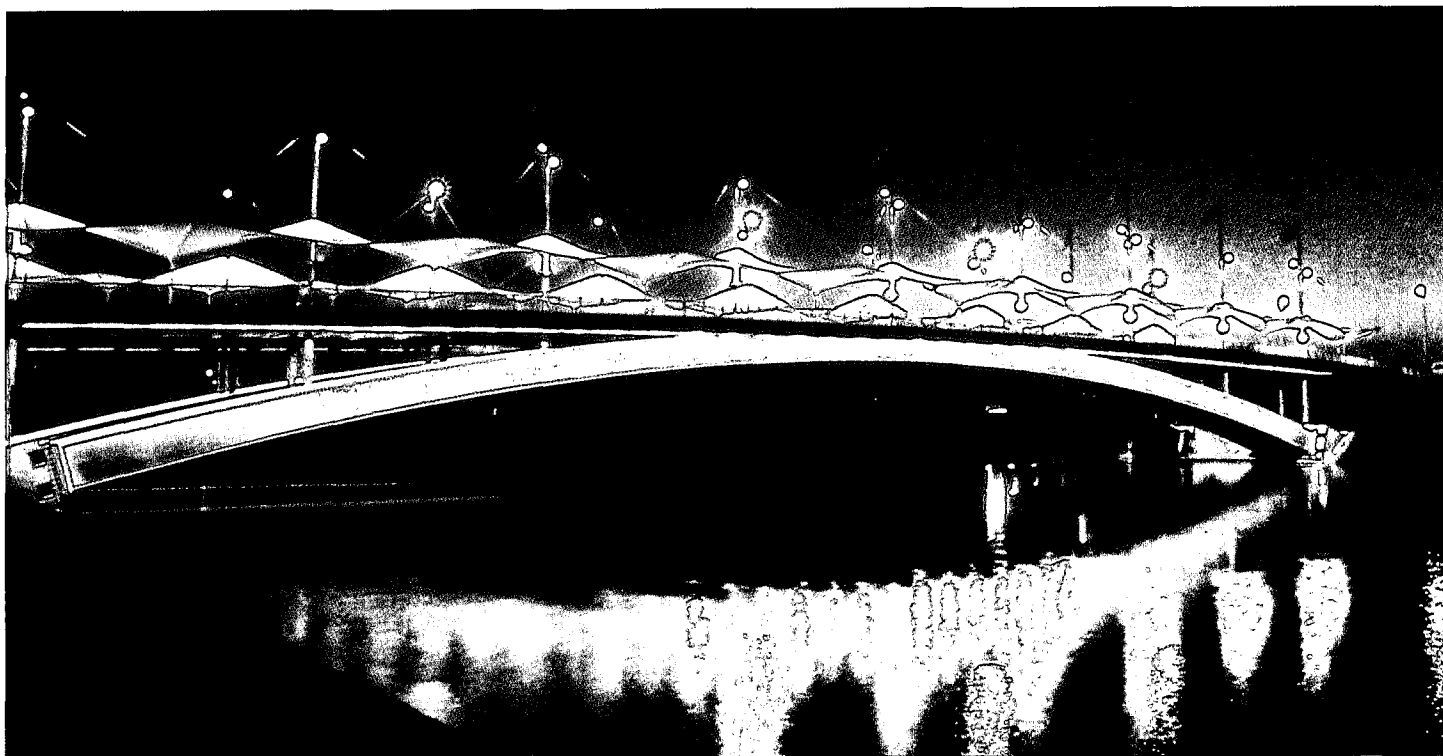
Muy pronto comenzaron su defensa. Probablemente la primera muralla, hecha con adobe, troncos y piedras, fuera tartesa. Y su objetivo no era tanto militar como ingenieril. Cuando venía una riada se cerraban y atrancaban sus puertas y los sevillanos pasaban largos días, aterrados, viéndose rodeados por las aguas.

Cuenta San Isidoro que los primeros pobladores construyeron una ciudad palafítica, de ahí el nombre de Híspalis.

Todos los pueblos que la ocuparon se preocuparon de defenderse del río mediante sucesivas reconstrucciones de la muralla y excavaciones, o cavas, en el cauce exterior para facilitar su desagüe. Los cartagineses, romanos, visigodos, árabes y cristianos fueron repitiendo sistemáticamente la misma estrategia. Aunque no siempre con el mismo resultado.

Con la entrada del siglo XX se va a producir una transformación definitiva de las relaciones de la ciudad con el río. Los ingenieros Molini primero, en 1902, y Delgado Brackenbury despues en 1916, diseñan un nuevo puerto y un muro de defensa que, englobando a Sevilla y a Triana, deje en su interior una dársena para abrigo de los barcos, y detenga las riadas, que ya no molestarán más la ciudad. Para eso hay que alejar el río de Sevilla, realizando las cortas de Tablada, los muelles del canal de Alfonso XIII, la esclusa, la corta de San Juan y posteriormente, en 1948, el cierre de Chapina.

Este abrazo protector de la ciudad sobre Triana obligaba a cruzar el río dos veces con el muro de defensa. Una al Sur, mediante una Exclusa que permite el acceso al puerto, y otra al Norte con lo que se llamó en su día «Cerramiento en Cartuja» y que el vulgo transformó en «Aterramiento de Chapina».



El Puente del Cachorro tiene una situación privilegiada, en un recodo del río, desde el que se contempla la Sevilla de siempre.

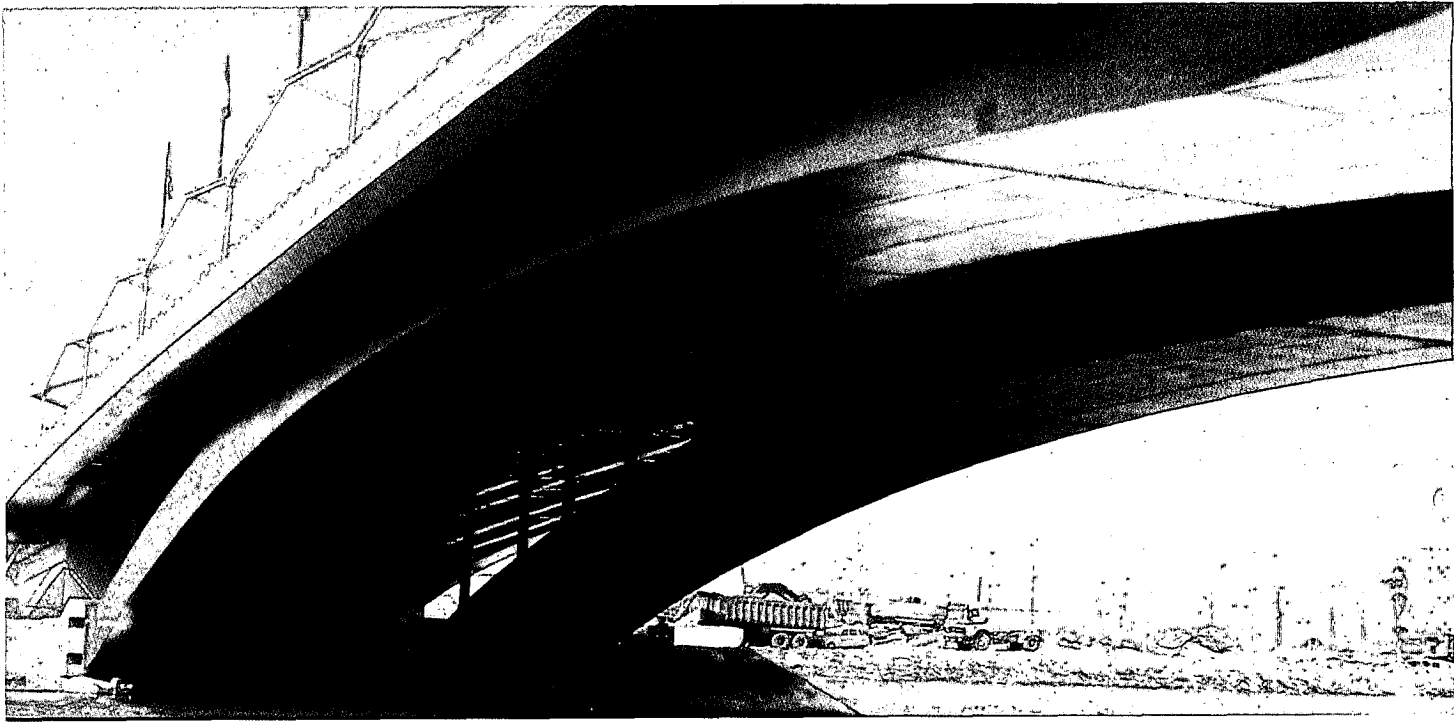


Se comenzó el cierre con el clavado de unas hileras de pilotes y el relleno de estas ataguías con ramaje. Dentro, se vertían piedras y tierras que eran transportadas en caballerías. A medida que se iba estrechando la sección útil del río aumentaba la presión del paso del agua, dificultando el avance del cerramiento.

El peculiar régimen hidráulico del Guadalquivir en Sevilla vino a complicar la labor de cierre. Se había creído que, cerrada la esclusa, la actual dársena sería un brazo muerto y que la corriente del río se orientaría hacia la corta de San Juan, permitiendo taponar cómodamente una sección carente de flujo.

Pero la marea actúa en Sevilla subiendo y bajando el nivel del agua dos metros cada doce horas. Por el boquete que restaba por cerrar, entraba agua a raudales durante las horas de creciente, intentando elevar el nivel de la dársena dos metros. En las horas siguientes, el agua volvía a salir hacia afuera, invirtiendo el proceso y vaciando el tramo de río aparentemente muerto.

Este mecanismo ni era, ni es, conocido por los sevillanos que siguen imaginando al Guadalquivir como un río



de corriente de sentido constante hacia el mar. Por eso nunca se ha comprendido que sólo con la esclusa se pudiera renovar el agua de la dársena. Incluso algunos técnicos lo han olvidado y han pensado en poner otra esclusa al Norte para facilitar la circulación hidráulica.

Si hubieran pasado las dificultades de los que intentaban cerrar Chapina ante el enorme caudal de agua que entra y salía por ese punto, no habrían demandado una obra tan innecesaria desde el punto de vista hidráulico.

Se decidió entonces taponar el tramo que restaba mediante el hundimiento de barcos cargados de material de vertido.

Ya entonces se pensaba en Sevilla que la defensa era una pésima solución urbanística que creaba un paisaje degradado en una de las ciudades más bellas del mundo. Ante la esperanza de que quizás llegara un día en que se deshiciera el aterramiento, a la vez que se hacía la obra se situaron y cartografiaron con exactitud las posiciones que los barcos tomaron en el fondo del viejo cauce al hundirse, desviados de la situación prevista por el incesante empuje de la vía de agua.

Durante una década aproximadamente permaneció así el aterramiento. Sevilla al fin estaba libre de las avenidas. Parecía que el viejo sueño se había cumplido. Pero no era así. Se ha-

Un día, Sevilla, observó, socarronamente, como se realizaba un nuevo muro de defensa entre la Expo y el río. Y suspirando gritó con sus campanas: Chapina ya no es necesaria.

bía pagado un alto precio por eludir las inundaciones. Una calle Torneo separada del río por una playa de vías de ferrocarril, una dársena que moría bruscamente en un malecón de tierras, espacios infraurbanos... La operación de gran cirugía que se había realizado para acabar con las riadas la habían dejado llena de cicatrices.

El final de la dársena portuaria fue desecándose y se sucedieron determinados proyectos: unos, para nuevos enlaces ferroviarios sobre el aterramiento; los mas, para establecer cientos de servicios urbanos que aprovechaban el valor estratégico del submundo barato en que se había conver-

tido aquella zona; y otros, los más dignos, para instalaciones deportivas.

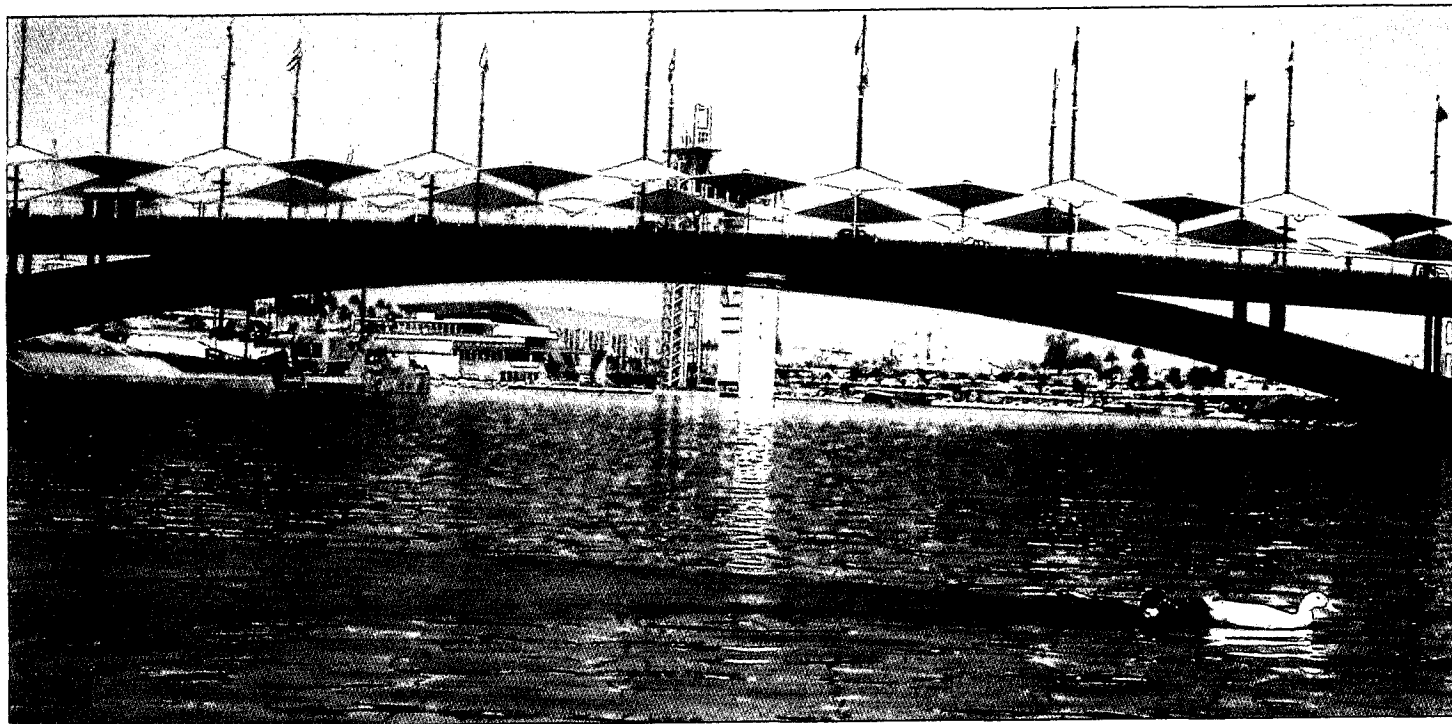
Sevilla seguía contemplando impotente como se consolidaba una de las más lamentables situaciones urbanísticas que darse pueda.

Un día, abrió los ojos con esperanza. La habían designado sede de una exposición Universal. Y vio como se eligió la isla de la Cartuja como sede. Contempló los proyectos técnicos para convertir una isla inundable en un recinto protegido a su vez de las riadas. Observó socarronamente como se realizaba un nuevo muro de defensa entre la Expo y el río. Y suspirando gritó con sus campanas: Chapina ya no es necesaria.

Tenía razón. Una vez que el cauce de avenidas, y el muro de defensa se alejan de la ciudad, Chapina dejó de tener sentido. Si se volviera a abrir el cauce, que se cerró en el 48, se podría prolongar la dársena hasta San Jerónimo, la calle Torneo se integraría en la orilla al igual que el Paseo Colón, y toda la nobleza que tiene en la ciudad el tramo que está en contacto directo con el río, se extendería hacia el Norte.

Sin embargo esta idea no era inmediata. Chapina es un nudo neurálgico de servicios, es puerta oeste de la ciudad, enlace con Triana y el Aljarafe, paso de la única ronda existente y acceso ferroviario a Huelva y a el Puerto.

A lo largo de 1985 se realiza un tra-



bajo minucioso en el que se efectúa un inventario preciso de las infraestructuras allí enterradas. Por el cierre pasan líneas eléctricas, telefónicas y telegráficas, grandes tuberías de abastecimiento y saneamiento. Existe además una obra ya comenzada que trae el alcantarillado de Torneo al río a través del aterramiento.

Se estudian las alternativas a estas redes. Se analiza la viabilidad de reconvertir el saneamiento de la calle Torneo, lo que obliga a recalcular la red de media Sevilla.

Se evalúa el impacto de la apertura en la explotación del Puerto. Se confecciona un modelo matemático expresamente para simular el comportamiento de la dársena prolongada ante las maniobras de la esclusa. Se determinan las pérdidas por filtración y evaporación.

Se propone el cambio de trazado del FFCC del acceso al Puerto y a Huelva.

Se realiza un análisis del impacto que tiene la apertura en los ecosistemas del meandro y de la dársena.

Se proyecta un nuevo puente.

Al valorar todas las obras la cifra final (5500 M. de ptas) parece pequeña en comparación con todo lo que se consigue: desaparecen las barreras de Torneo con el río, se prolonga la dársena, se integra de nuevo la Cartuja en Sevilla, se configuran las rondas, desaparecen los estrechos puentes del Pa-

El puente del Cachorro, formado por dos arcos paralelos de ciento veintiseis metros de luz, ha sido pensado para ser un mirador abierto.

trocenio, se reconvierte un borde marginal en una entrada noble de la ciudad, con parques, jardines y obras maestras de arquitectura e ingeniería...

EL PUENTE Si la operación del desaterramiento ha sido vital para la ciudad, el nuevo puente es la piedra angular que culmina el proceso. No puede ser un puente cualquiera. Debe simbolizar en su estructura, único testigo futuro de lo que aquí se ha hecho, lo que ha significado para Sevilla un anhelo de casi un siglo.

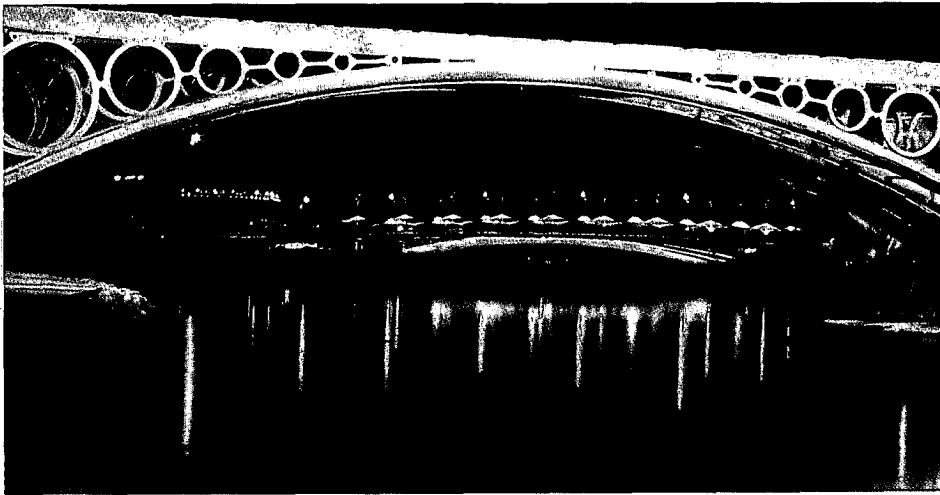
Ante todo debe ser útil. Debe permitir que continúen cruzando la dársena todos los servicios urbanos que antes

lo hacían por el aterramiento. Como si nada hubiera pasado. Por él deben pasar las dos tuberías de metro y medio de diámetro que, a través de veinte coaxiales y fibra óptica, enlazan la urbe con Extremadura y Portugal. Por él, seis líneas de cincuenta mil voltios, y otras tantas de veinte mil alimentarán eléctricamente a la ciudad. Por él también saldrá la conducción de gas a Triana. Y el telégrafo..., que de todo había en Chapina.

También debe tener una amplia sección transversal. Tanto para los seis carriles que necesita como salida básica del centro de Sevilla hacia el Oeste, como para sus aceras... ¡Que importantes tienen que ser sus aceras...! Deben servir para el intenso transitar entre Sevilla y Triana. Deben servir para sostener a un pueblo entero cuando, en Semana Santa, vean al Cristo del Cachorro cruzar el puente. Deben ser lugar de convivencia, lugar de encuentro. El puente tiene una situación privilegiada, en un recodo del río, desde el que se contempla la Sevilla de siempre, si se mira aguas abajo, o la nueva Sevilla de la Expo si se hace aguas arriba. Por eso han de ser pensadas para ser un mirador cubierto desde el cual, a pesar del sol o de la lluvia, todos puedan gozar del paisaje. También las aceras deben ser camino de bajada hacia el río. Ahora que las orillas se recuperan, ahora que hay un maravilloso pa-

seo donde antes vías de tren, basuras y subdesarrollo, ahora, hay que conducir a las gentes al disfrute de un bello cauce urbano.

Además de servir a su ciudad y a sus gentes un puente tiene que tener forma. En pleno caso histórico de un tesoro de la humanidad como es Sevilla, la obra tiene que ser muy respetuosa con su entorno y con su pasado. Un puente debe ser bello por sí mismo sin convertirse en un elemento de contraste, de agresión tal vez, con un paisaje consagrado por lo siglos. A juicio de su autor, no debe tener una estructura que sobrepase el tablero y compita visualmente con la Giralda, con la Maestranza o con la Torre el Oro. Ya sabe que así sería menos fotogénico, menos espectacular y, tal vez, menos conocido. Pero da igual, Sevilla es mucho más importante que la efímera gloria de un ingeniero.



Los dos puentes tradicionales de la ciudad utilizan una estructura tan elegante, tan discreta y tan sevillana al mismo tiempo, como el arco rebajado. Toda nuestra arquitectura está impregnada de curvas escarzanadas. Es además una forma idónea para salvar con poco canto los casi ciento treinta metros del Guadalquivir de un solo salto. Para una vez que Sevilla recupera un río que tenía aterrado, no se lo puede ocultar con una estructura de pilas y cortas luces. El puente debe tratar respetuosamente al Guadalquivir, que es el verdadero protagonista de esta historia, y saltar sobre él dejándolo lucirse en toda su magnitud.

Un arco tan plano y de semejante luz, va a exigir unos estribos potentes, capaces de resistir un violento empuje horizontal. Dos circunstancias permi-

ten abordar una solución que, dada la blandura del cimientado, en otras situaciones no serían viables. De un lado, que los innumerables servicios que cruzan el puente precisan de importantes instalaciones en cada orilla y de una cierta rigidez horizontal. De otro, que el sobrecosto en cimentación es marginal en el conjunto de la obra, apenas un cinco por ciento, y por tanto plenamente justificado en un puente urbano en la antesala de una Exposición Universal, en el centro de Sevilla, y que tiene que ser singular.

Los empujes crecen con el peso. Por eso hay que ir a una solución metálica en la que los arcos sean cajones visitables, auténticas galerías cuajadas de servicios, muchos más ligeros que si fuesen de hormigón. También el tablero debe ser de chapa ortótropa si se quiere minimizar la reacción horizontal en los estribos.

Vista nocturna del puente de Isabel II y del puente del Cachorro.

Por último la rasante. En Sevilla los puentes tienen lomo para permitir la navegación. Como es importante mantener el gálibo, el puente también tiene que tener en la clave tres metros sobre los accesos. Sin embargo, en vez de recurrir al perfil trapecial que mantiene un tablero recto y rampas en las entradas, se plantea la posibilidad de utilizar otro arco plano que, tangente al resistente, aumente la esbeltez y elegancia de la estructura completa.

Cuando el proyectista sigue con el hilo de su mente un razonamiento como el que hemos descrito, cuando procura realizar un diseño que sea fiel a este programa, la solución es casi única.

El puente del Cristo de la Expiración, del Cachorro para los sevillanos, es un puente metálico, cuya estructura resistente está constituida por dos arcos paralelos de ciento veintiséis metros de luz y una flecha de nueve metros y medio. No conocemos, en todo el mundo, otro arco, de esa luz que sea tan plano. Están formados por dos cajones de chapa rigidizada, visitables, cuajados de tuberías y de cables. Su problemática resistente no está recogida en ninguna de las normativas de puentes metálicos vigentes en los países de vanguardia tecnológica. Tienen un canto entre 2.1m y 2.45m, lo justo para poder recorrer cómodamente su interior.

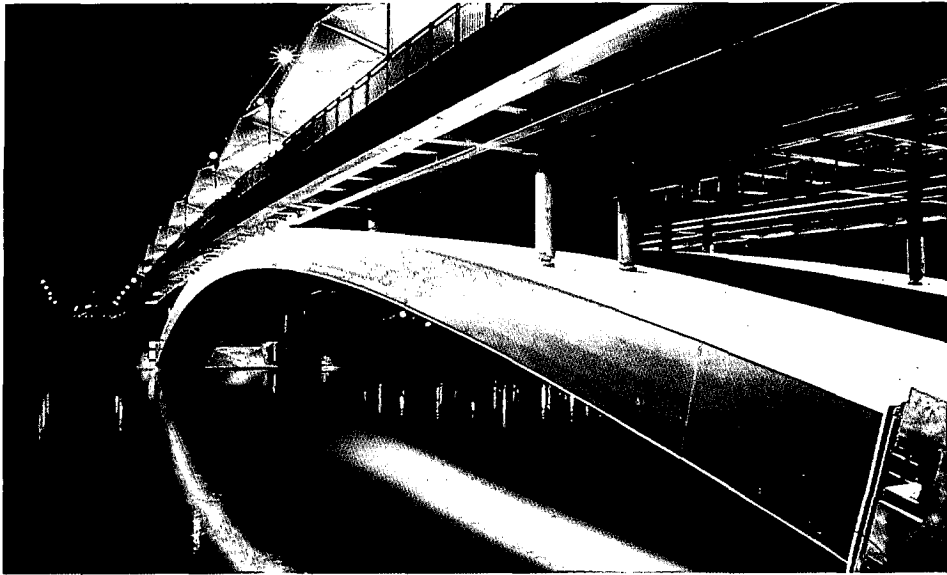
Sobre ellos descansa un tablero ortótropo, formado por un emparrillado metálico que se macla con los arcos en el centro, y que se sustenta con pilonos birrotulados en riñones.

Los arcos, biarticulados, descansan a través de complejas rótulas en dos estribos formados por dos grandes zapatas de trece metros de profundidad hechas de hormigón compactado. Sobre ellas se alzan dos recintos, con muros revestidos de granito, que sirven como oculto almacén para las obras de mantenimiento de las redes de servicios que discurren por el puente.

Las aceras ofrecen tres particularidades. En primer lugar son anchísimas. Tiene cada una casi seis metros. Al llegar a riñones se dividen en dos, ofreciéndole tentadoramente al peatón la posibilidad de bajar directamente a la orilla del río, en vez de continuar sobre el estribo. Por último están cubiertas por un cubreaceras textil que permite al caminante eludir la lluvia y el sol de justicia que suele brillar especialmente en Sevilla.

La manera tradicional sevillana de resguardar al viandante del sol ha sido la vela de lona crema. Aunque el material elegido en este caso ha sido el polietileno revestido de pvc para garantizar una durabilidad adecuada, el aspecto exterior es el mismo. El Puente del Cachorro tiene velas en sus aceras. De lejos, la imagen sugiere un barco, una carabela, que, en el Quinto Centenario, inicia un viaje eterno entre Sevilla y Triana. De ahí los altos mástiles que coronan el puente sirviendo farolas y soporte de gallardetes al mismo tiempo.

Con objeto de que la lluvia no chorree por los bordes, el cubreaceras



tiene una levisima estructura metálica de sostén, en la que las vigas son canales y las columnas bajantes que evacúan el agua por tubos embebidos en las aceras. A su vez, el tablero tiene pendiente hacia el centro del puente y allí desagua directamente al río. No hay cosa peor, en un puente urbano, que una imposta surcada por regueros de lluvia y polvo.

Proyectar este puente no ha sido fácil. Su concepción presentaba cuatro escollos difíciles de salvar. Había, en primer lugar, que diseñar una estructura elegante que no se viera enturbiada por la maraña de servicios que la cruzan. Pero no bastaba con ocultarlos a la vista del público, había que instalarlos ordenadamente de forma que se pudieran inspeccionar y mantener con comodidad. Gran parte de las disposiciones constructivas de la estructura han venido condicionadas por este hecho. Y el resultado ha sido plenamente satisfactorio. Nadie sospecha que el puente no es sólo viaducto, sino también importante acueducto cuajado de válvulas, ventosas y elementos de desagüe. Ni que alberga más de diez kilómetros de cables de todo tipo y factura.

En segundo lugar había que proyectar un arco metálico muy plano, de sección cajón con chapas rigidizadas, para el que no había normativa internacional adecuada. Tras los desastres de la década de los setenta en puentes con chapas comprimidas, tras el informe Merrison, el ambiente técnico no era tranquilizador para esta tipología.

Se trata de un puente discreto sobre un cauce cuajado de obras espectaculares

De hecho, las normas británicas que acababan de aparecer, eludían el arco olímpicamente. El proyectista se vió obligado a bucear en las raíces de todas estas normativas, a estudiar las metodologías japonesas y a extrapolar el comportamiento de los cajones flechados a piezas fuertemente comprimidas.

El análisis de una estructura no lineal, con apoyos flexibles, y con criterios de inestabilidad extrapolados constituyó el tercer escollo. El puente se ha calculado utilizando los modelos más sofisticados: pórtico espacial te-

niendo en cuenta la no linealidad geométrica; elementos finitos con comportamiento lineal en el análisis de tensiones en zonas de maclado y rótulas, elementos finitos no lineales para comprobar la abolladura y el eventual pandeo de rigidizadores; análisis dinámico en el dominio del tiempo y en el de la frecuencia; comportamiento del cimiento mediante un modelo de elementos finitos...

El último factor que venía a añadir complicación al proyecto era la cimentación. Los arcos pueden llegar a transmitir al terreno un empuje horizontal de doce mil toneladas, un terreno fangoso con gravas que no aparecen hasta los trece metros de profundidad y con margas a los veinte. La Mecánica del Suelo ha progresado mucho en las últimas décadas, pero los esfuerzos horizontales siguen siendo enemigos difíciles de tratar. De hecho, los arcos con tablero superior casi han desaparecido de las tipologías al uso. Sin embargo, en épocas pretériticas se admitían fuertes empujes en suelos no muy resistentes a pesar de la escasa tecnología constructiva con que se contaba.

La solución adoptada ha sido la de utilizar una zapata muy grande, y por tanto muy pesada, que desvíe la componente del empuje. Para ello se proyectó un recinto apantallado relleno de ocho mil metros cúbicos de un barato hormigón compactado. Aunque se hicieron todos los cálculos imaginables, las rótulas de los arcos se diseñaron de tal manera que unos gatos, hábilmente colocados, pudieran corregir en el futuro movimientos indeseables del cimiento.

Como debe ser en todas las estructuras metálicas, el proyecto era un documento tan detallado que en obra se han utilizado hasta los mismos despieces que venían definidos en los planos.

Una vez finalizada, la obra no llama la atención al forastero. Se trata de un puente discreto sobre un cauce cuajado de obras espectaculares. Sin embargo los sevillanos, y obviamente su autor, se sienten felices con una recuperación de un río, con un ennoblecimiento de una gran parte de la ciudad y con un puente original, que habla el mismo lenguaje formal que su vecino el de Triana. Y también se sienten en deuda con el Ministerio de Obras Públicas que no ha dudado en construir una obra que colma los anhelos de una ciudad. ■