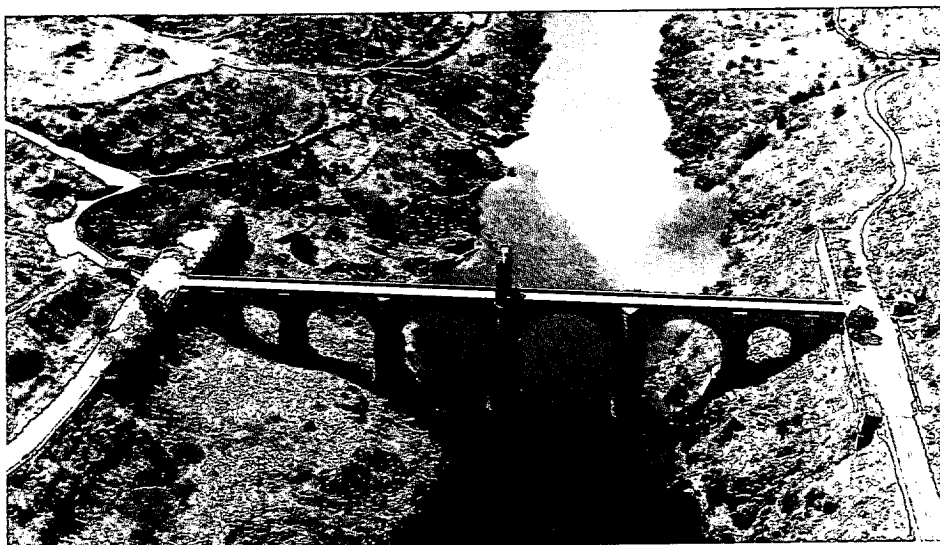




Las obras públicas en España, Portugal y Países Iberoamericanos a través del Premio Internacional Puente de Alcántara

Fernando Gil de la Serna¹ y Carlos Fernández Briones²

Dres. Ingenieros de Caminos, Canales y Puentes

CON clara vocación iberoamericana, la Fundación San Benito de Alcántara encamina sus actividades a estrechar las relaciones históricas y culturales que nos unen con Portugal y los países iberoamericanos. En este línea se encuentra la convocatoria del Premio Internacional Puente de Alcántara, que está destinado a galardonar en el ámbito iberoamericano, con perio-

dicidad bienal, la obra pública (construcción o conjunto de construcciones de ingeniería civil) que reúna a la vez la armonía y la belleza con la innovación tecnológica y funcional, al igual que las que aportó en su momento el Puente que da nombre al Premio.

Esta cita a las Bases del Premio, nos permitirá más adelante comentar brevemente su interpretación.

Es pues un premio dedicado al arte de la ingeniería civil, arte que hasta tiempo muy reciente no ha sido reconocido por los filósofos del arte. Las «*artes nobles*» dictaron sus leyes de manera inexorable, aplicables al arte en domesticidad, de fácil acomodo al ejercicio del pensamiento. Lo que no

es precisamente, en sus grandes espectáculos plásticos, la ingeniería civil, en continua competición con las fuerzas de la Naturaleza para la consecución de sus obras: caminos, puentes, canales, embalses, construcciones subterráneas, ingenios portuarios, defensas de las ciudades...

En el mundo antiguo la inventiva ingenieril tenía una porción técnica y una porción sacral, cosa de alteración de los ritmos y figuras del ser natural, que asombraban, atemorizaban y arrojaban al hombre a los atrevimientos más insólitos. Luis E. Valcárcel, al hablar de la fundación de Machupichu y de los caminos que conducían a la ciudad sagrada, venciendo de modo insó-

¹ Ex-Director General de Ingeniería y Construcción de Hidroeléctrica Española.

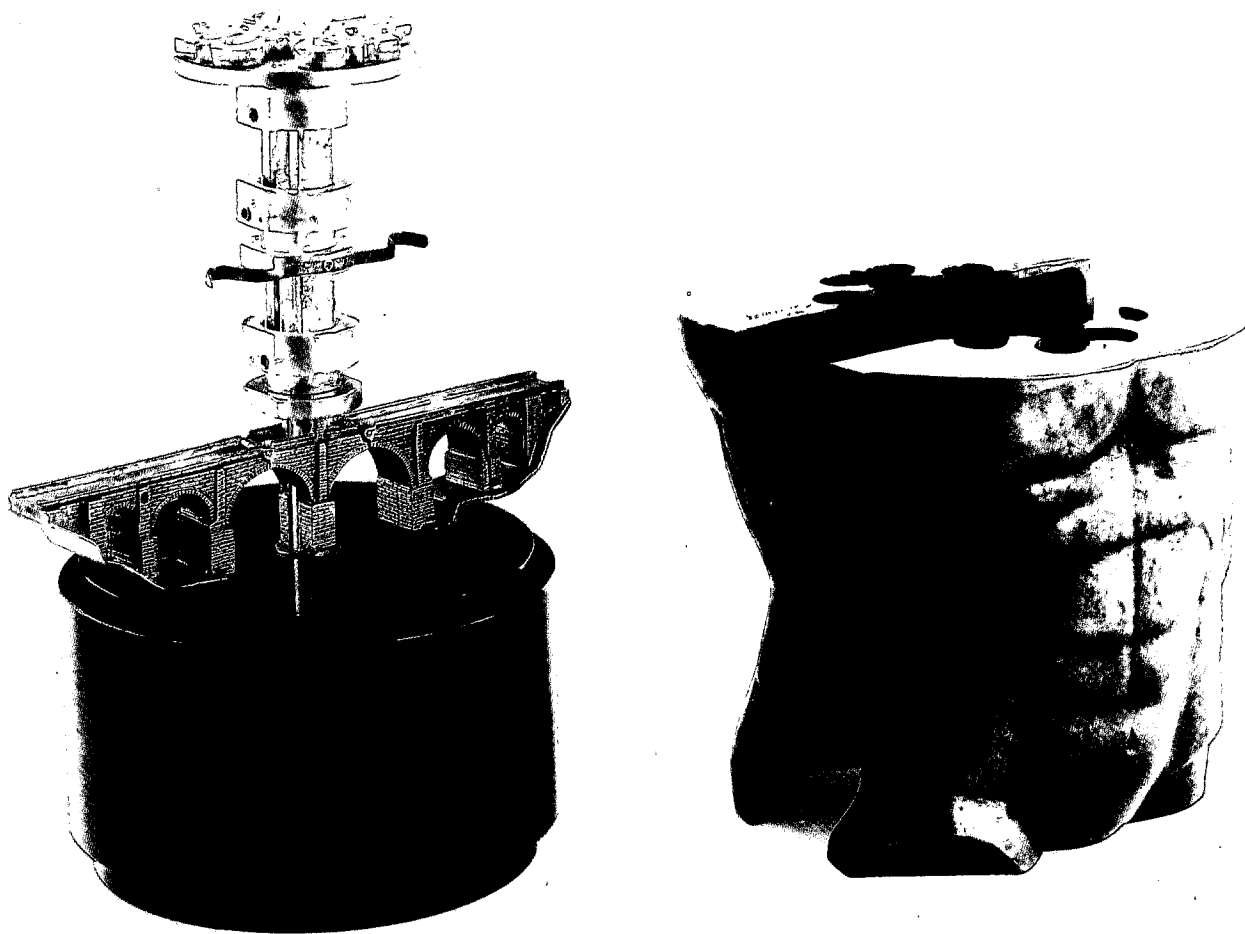
² Director de Consultoría de Organización de IBERDROLA.

El premio «Puente de Alcántara» está dedicado a la ingeniería civil, que hasta tiempo muy reciente no ha sido reconocida por los filósofos del arte.

lito a las fuerzas de la Naturaleza, nos describe así la «magidad» de los primeros ingenieros: «¿Cómo se enfrentó el hombre peruano antiguo, el hombre de la cultura inca, al paisaje tampú? Se trataba de un mundo ignoto, de tierra de nadie, cubierta de bosque, con montañas inaccesibles, ríos tormentosos, vacía de hombres, donde todo parecía confundido, informe, como debió ser el caos primigenio. Esta zona inculta, para ser humanizada debía, ante todo, incorporarse al cosmos mediante el rito que repite simbólicamente el acto de la creación. El agua, la piedra, los árboles, la montaña, los recipientes de lo sagrado. Unos y otros integran el ambiente numinoso, dentro del cual se va a manifestar la acción, mediante los ritos religiosos y los procedimientos mágicos, y sobre él recaerá el pensamiento mítico con sus imágenes y sus símbolos. El hombre antiguo tenía que conjurar, mediante el rito, todos los peligros y asechanzas ocultos en la montaña, el bosque y el río. Tenía que vencerlos, como el primer día de la creación los venció el Hacedor».

Y si en el mundo antiguo el quehacer ingenieril tenía una porción sacral, en el moderno presenta un marcado componente financiero, parcela próxima a la magia, según algunos, y que sin duda dificulta las posibilidades de realización de las actuales obras de arte ingenieriles. El ingeniero moderno ha de poseer una gran habilidad negociadora en las instancias presupuestarias; ha





La escultura de Berrocal símbolo del Premio Puente de Alcántara.

de ser capaz de convencer sobre la significación económica de la obra civil por él propuesta y no sólo sobre su evidente valor político y social. Especialmente en el poco alentador panorama de la economía de los países en vías de desarrollo, cuya abultada deuda externa, déficit fiscal y un producto bruto estancado, hacen poco viable el desarrollo de nuevas inversiones por el sector público, principal mecenas de la ingeniería civil, lo que ha llevado a la búsqueda de nuevas formas de financiación.

Otra característica de las obras públicas en el mundo actual es el reconocimiento general de su influencia en la calidad de vida de la sociedad. Es indudable la aprobación de la ciudadanía hacia el desarrollo infraestructural y de equipamiento, considerado mayoritariamente como elemento básico de desarrollo, compensatorio de las diferencias territoriales y sociales. Pero,

En la noble competición con las fuerzas de la Naturaleza, el ingeniero tiene que luchar siempre procurando hacer el menor daño posible.

por otra parte, es también indudable su potencial influencia en el deterioro del medio ambiente y la degradación de la vida humana. En la noble competición con las fuerzas de la Naturaleza el ingeniero tiene que luchar siempre procurando hacer el menor daño posible; una carretera «destroza» la Naturaleza en su desarrollo; un canal, lo mismo; un túnel, también, pero «no se vé». El puente puede, relativamente, ser una excepción, pero en general una gran obra pública tiene que chocar con la Naturaleza, con el Medio Ambiente. Hay que estudiar el «impacto» ambiental, ¡como si de un proyectil se tratara!

Como analizaron Pablo Bueno y César Cañedo en el «Primer Encuentro de las Ingenierías Civiles Iberoamericanas», celebrado en Cáceres este mismo año, el concepto actual de «calidad de vida» surge como consecuencia de los movimientos de crítica a la sociedad

opulenta, impulsados, entre otros problemas, por la progresiva degradación del medio ambiente, en gran parte producida por el industrialismo y el crecimiento económico. Mientras el antiguo concepto de «nivel de vida» se correspondía con la cobertura de las necesidades mínimas vitales, y consecuentemente se medía utilizando indicadores económicos de tipo objetivo, la «calidad de vida» hace hincapié en aspectos más cualitativos, no exentos de un muy respetable subjetivismo. Actualmente, el grado de desarrollo de un país es algo más complejo que la cifra de su P.N.B. o G.N.P. (Gross National Product), hoy se habla del Gross National Happiness, en donde intervienen aspectos objetivos como la renta y otros subjetivos como, condiciones de vida, relación y trabajo, incluyendo la salud y la calidad medioambiental.

Otro aspecto histórico de la lucha del ingeniero civil con la Civilización, se puede concretar, en el aspecto humano, en la seguridad en el trabajo. Es una lucha que a lo largo de la historia se ha podido cuantificar en vidas humanas; en sangre humana derramada. ¿Cuántos esclavos murieron en las Pirámides? ¿Cómo ha ido descendiendo esta aportación humana en la ejecución de las obras? ¿Cuántas muertes se contabilizan ahora por cada millón de dólares de presupuesto?

Los autores de las obras públicas son los responsables de encontrar el vínculo, no exento de arte, demandado por sus clientes -la sociedad-, ya perfectamente definido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, en su documento «Estrategia para el cuidado del Planeta» de Junio de 1.990: «El desarrollo es la forma en que las personas satisfacen sus necesidades y mejoran su vida. La conservación es la forma en que las personas mantienen el capital natural del cual el desarrollo puede extraer sus rentas. Ambos son esenciales, pero muchas veces se buscan por separado. La desvinculación entre conservación y desarrollo los pone en conflicto entre sí, con lo que sólo se obtiene una conservación insuficiente y un desarrollo sin garantía de permanencia». Es pues un reto de los ingenieros de hoy desarrollar infraestructuras y equipamientos de interés permanente para la vida humana que formen una naturaleza enriquecida artificialmente.

Las obras públicas no han tenido nunca fronteras nacionalistas.

La necesidad de realizar un trabajo de calidad, que incluye desde el diseño hasta la explotación, pensado en la satisfacción de un cliente presente y futuro, obliga a los modernos ingenieros de grandes proyectos de obras públicas a dirigir equipos multidisciplinarios, coordinando enfoques de muy distintas profesiones: biólogos, economistas, sociólogos, expertos en comunicación, etc.; lo que confiere una nueva dificultad añadida al ya difícil arte de la ingeniería civil. Los directores deberán hacer participar, enseñar y controlar a un amplio equipo humano de mentalidades muy dispares.

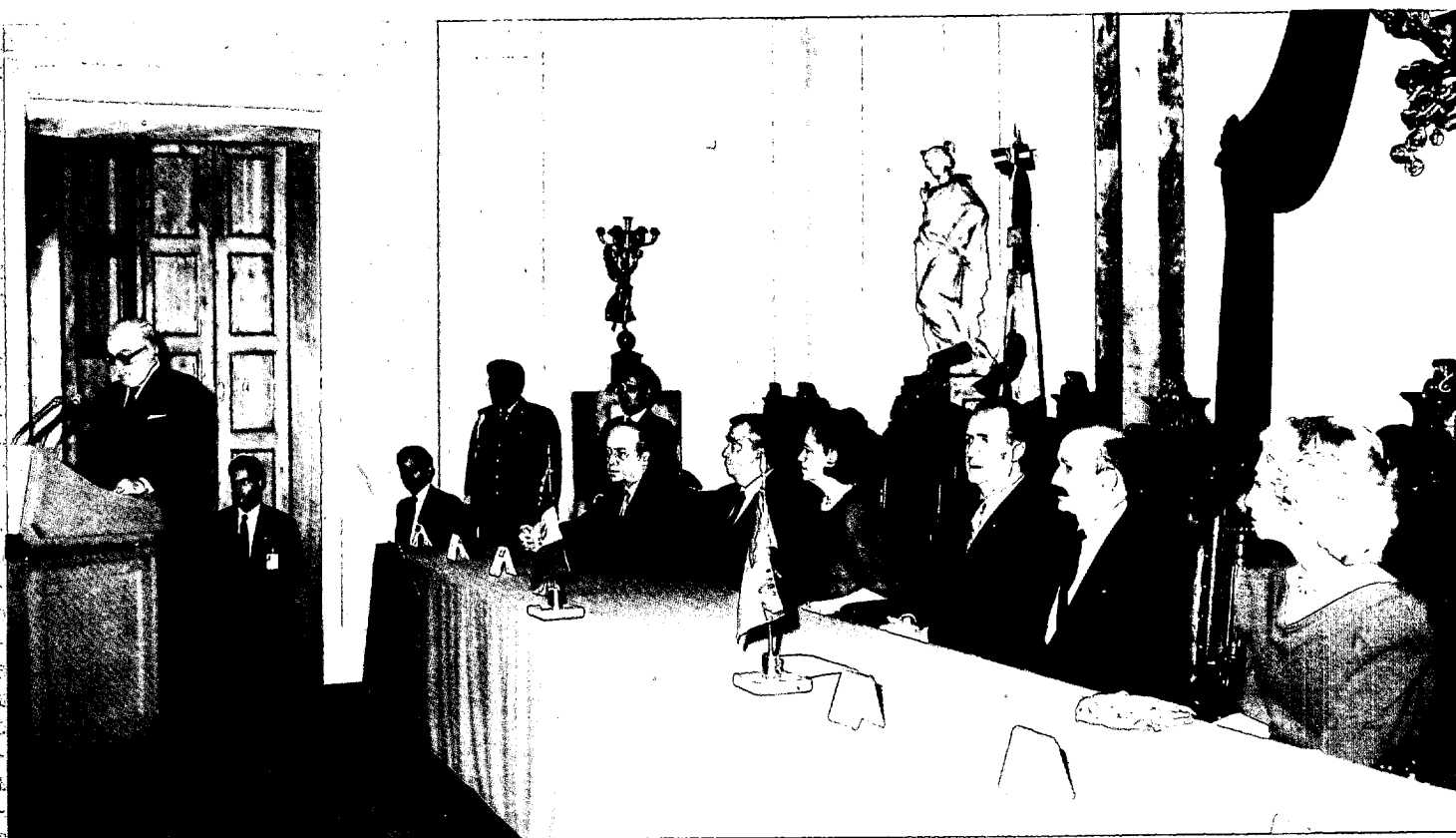
Frente a estos retos actuales y pasados, los ingenieros civiles en general, y en particular los de la península ibérica y los iberoamericanos siempre han respondido imaginando y construyendo obras magníficas y aportando ingeniosas soluciones técnicas, rica muestra de las cuales son las noventa y seis obras públicas que se han presentado en las tres primeras convocatorias del Premio Internacional Puente de Alcántara. Cubren ampliamente el abanico de las obras públicas: infraestructuras de comunicación y transportes; urbanismo; abastecimiento, distribución y depuración de agua; grandes edificios de servicios públicos; aprovechamientos hidráulicos para riegos o utilización de la energía, etcétera.

El análisis de este casi centenar de Proyectos, visto desde la óptica, recién pasada, de celebraciones y encuentros conmemorativos (quingentésimo año), incidiendo en un encuentro de culturas milenarias, permite asegurar que en la ingeniería civil se siguen encontrando problemas, ideas y realidades muy parecidas, que la técnica en su natural diferenciación se ha ido encargando de ir solucionando.

Y quizás ahora, antes de entrar en la descripción del desarrollo de estas primeras convocatorias del premio, convenga, como ya hemos dicho antes, comentar brevemente las Bases e interpretarlas.

Una gran parte de los proyectos presentados (35 sobre 96, casi el 40%), han sido puentes. El puente de Alcántara, EL PUENTE en la duplicación de su apelativo, debe aceptar la culpabilidad de este malentendido. Se quiere premiar a Obras Públicas, y no sólo a Puentes. Bien es verdad que el puente es una de las obras públicas más espectaculares, precisamente porque entra por los ojos del gran público (obviamente no me refiero al ingeniero). Una carretera, un canal, un puerto no atraerán visitantes/admiradores. Mucho menos un túnel. La Carretera Panamericana, el Acueducto Tajo-Segura, y ya veremos el Túnel del Canal de La Mancha, no son espectaculares. Sí, en cambio, son grandes obras públicas hechas por Estados u Organizaciones Supranacionales. Y paradójicamente, el Puente de Alcántara, «símbolo universal de la importancia cultural y tecnológica de las obras públicas de todos los tiempos, paradigma etc.» fue construido «stipe conlata» por once municipios de la comarca. ¿Qué diría Trajano hoy sobre el Ministerio de las Administraciones Públicas, o sobre el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, o sobre las Administraciones Estatales, Autonómicas o Locales?, ¿Qué se puede decir de la reversión al Estado de las concesiones a particulares que se han traducido en obras públicas (presas de embalse, etc.)?

Obra Pública. Precisemos un poco. **Pública**, naturalmente del latín «publicus». Aceptión 4. Perteneciente a todo el pueblo. Vía PUBLICA. Y en su acepción 3. ...contrapuesto a privado. En estos años sigue sobre la mesa de las Economías Nacionales la «privatización de empresas». Y no hablemos de los planteamientos públicos y pri-



Acto de entrega del Premio correspondiente a la primera convocatoria bajo la presidencia de SS.MM. Los Reyes de España y S.E. El Presidente de México.

vados de las Empresas Eléctricas. **Obra**, naturalmente del latín «*opera*», en su acepción «*obra pública*» se refiere a la de interés general y que se destina a «*uso*» público; como camino, puerto, faro, etc. Habla de «*uso*», pero no de interés, ni propiedad.

Ingeniería Civil. Aquí también hay que retroceder al latín. **Civil**, del latín *civilis*, perteneciente a la ciudad o a la generalidad de los ciudadanos; aplícase a lo que no es «*militar*». **Ingeniero** (de ingenio, del latín *ingenium*) es el que profesa la ingeniería, claro. Y ant. (anticuado) es el que discurre con ingenio las trazas y modos de conseguir o ejecutar una cosa. Ingeniero civil es el que pertenece a cualquiera de los cuerpos facultativos no militares dedicados a obras y trabajos públicos. Pero ingenio, en su quinta acepción (y siguientes) es «*máquina o artificio mecánico*». La palabra inglesa «*engine*», máquina, no motor, podría alardear de ser la raíz etimológica del ingeniero; para los franceses, «*engin*» también es máquina antes que ingenio, pero «*génie*» es claramente genio, talento. ¿Es

el ingeniero el hombre de ingenio, o el hombre capaz de dominar las máquinas?. ¿Cuándo dominarán las máquinas al hombre?. ¿O es el ingeniero el hombre que hace lo mismo que cualquier otro, pero «*más barato*», como decía chuscamente algún catedrático?. Sin duda, los dos primeros puntos de las Bases del Premio, son dignos de meditar. Además de las anteriores y explícitas referencias a Luis E. Valcárcel, Pablo Bueno y César Cañedo, recomendamos la lectura de «*La ingeniería y el arte de los ingenieros*» de José de Castro Arines, y de las ponencias del II Congreso Nacional de Ingeniería Civil y del I Encuentro de las Ingenierías Civiles Iberoamericanas.

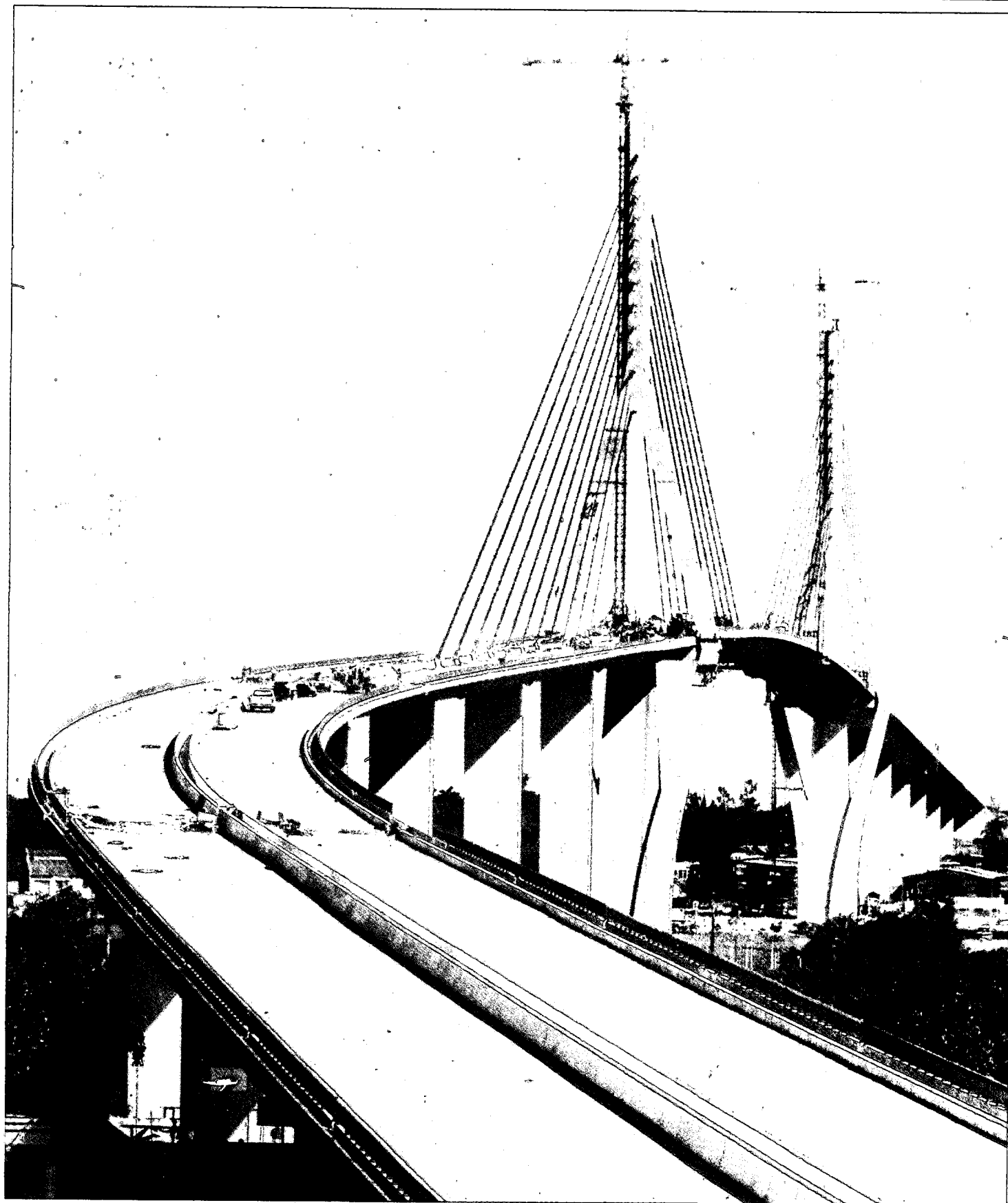
A continuación se muestran los proyectos presentados, de qué países provienen y en cuál de las tres convocatorias concursaron. Es destacable el elevado número de obras y países representados: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, España, México, Paraguay, Perú, Portugal, Puerto Rico y República Dominicana.

Primera Convocatoria del Premio

La Primera Convocatoria del Premio recogía obras terminadas en los años 1.987 y 1.988.

Por su importancia, desde el punto de vista social y por las dificultades constructivas y económicas resueltas, destaca la *Red Vial Austral (Chile)*, 2.400 Km. de nuevas carreteras que, formando un eje longitudinal Norte-Sur, enlaza núcleos de población hasta ahora prácticamente incomunicados e integra a la civilización una amplia zona de tierras vírgenes de Chile, posibilitando el descubrimiento y explotación de todas sus potencialidades.

Aunque la tecnología empleada sea elemental, el *Acueducto Regional Imbula (Colombia)*, posee un contenido social y cultural extraordinario, pues ha sido gestionado, financiado y construido por los propios campesinos. El *Proyecto Orosi (Costa Rica)* que abastece el área metropolitana de la ciudad de San José de Costa Rica, ha sido un



Puente de Tampico, Premio de la primera convocatoria (1987/88).

proyecto de gran envergadura, resuelto con las técnicas más depuradas.

La *Torre Picasso de Madrid (España)*, con sus 45 plantas sobre rasante y 157 metros de altura, fue el edificio de oficinas más alto de España. Es un proyecto de gran elegancia, acabados perfectos, y con instalaciones técnicas muy completas.

Respecto a presas fueron muy importantes la *Presa de Beznar* y la del *Castro de las Cogotas* (ambas en España). La primera de hormigón en bóveda de doble curvatura y 134 metros de altura, sobre el río Izbor, en Béznar (Granada), destinada a riegos en Motril. Se trata de una elegante estructura que figura, por sus dimensiones, entre las cinco más importantes de su tipo, en España.

La *Presa del Castro de las Cogotas* es una bóveda asimétrica de doble curvatura, de 66,50 metros de altura sobre cimientos y de 300 metros de desarrollo en coronación. Es récord de España en cuanto a la relación entre desarrollo y su altura.

Un proyecto especialmente importante fue el *Aprovechamiento Hidroeléctrico de Betania de Colombia*, situado en la cabecera del río Magdalena, compuesto por una presa principal de materiales sueltos, con altura máxima de 100 metros y un volumen total de 6,2 millones de metros cúbicos. El cierre del vaso se completa con seis presas menores, también de materiales sueltos y un volumen total de 2,4 millones de metros cúbicos. El conjunto de aliviaderos se ha dimensionado para 11.000 metros cúbicos por segundo. Forma parte del complejo una central eléctrica de pie de presa, con tres grupos de 170 MW. cada uno y la posibilidad de ampliación a cuatro. Este importante aprovechamiento hidroeléctrico sirve, fundamentalmente, para el control de avenidas y la regulación de la navegación. Fue destacable el magnífico planeamiento de la obra y de los medios empleados, lo que permitió su rápida ejecución sin graves problemas técnicos, ni financieros.

También muy interesante es el *Aprovechamiento Hidroeléctrico de Crestuma en Portugal*. Se encuentra situado en el río Duero, aguas arriba de la ciudad de Oporto. Consta de una central eléctrica con tres grupos bulbo de turbina y bombeo, de 40 MW. cada uno. Dispone de ocho vanos de com-

El puente de Tampico cruza el río Pánuco (México) y da continuidad a la carretera costera del Golfo.

puertas verticales con capacidad de desagüe de 26.000 metros cúbicos por segundo. Está dotado de una esclusa para peces y otra para navegación, de 85 metros de longitud, 12,10 metros de anchura y 4,30 metros de profundidad mínima de agua, pudiendo salvar un desnivel máximo de 14,10 metros. En esta obra destacan los minuciosos estudios hidráulicos, tanto teóricos como en ensayos en modelo reducido, sobre las posibles erosiones en un espesor de 40 metros de acarreo. También son resaltables los trabajos de cimentación de todas las estructuras en tan notable lecho de acarreo.

El grupo de los puentes fue el preferido por el Jurado, ya que el *Premio*, en esta Primera Convocatoria, se otorgó al *Puente de Tampico, de México*.

El *Puente de Tampico*, cruza el río Pánuco cerca de su desembocadura en el golfo de México, dando continuidad a la cada vez más transitada carretera Costera del Golfo, importante vía de comunicación que enlaza Monterrey con Veracruz, Acapulco y la zona turística del Yucatán.

Hasta la entrada en servicio del nuevo puente, inaugurado el 17 de Octubre de 1.988, el cruce del río Pánuco se realizaba mediante chalanas y pequeñas embarcaciones que ocasionaban innumerables molestias y gran pérdida de tiempo a los usuarios.

El puente, previsto para cuatro vías de circulación, dos en cada sentido, es de tipo atirantado, con un vano central de 360 metros, vanos adyacentes de 70 metros de luz y viaductos de acceso, con luces variables entre 53 y 63 metros.

La longitud total de la obra es de 1.543 metros y la altura libre sobre las aguas, en el vano central, es de 50 metros, gálibo exigido por el constante tráfico de embarcaciones de gran calado: no hay que olvidar que Tampico es uno de los puertos petroleros más importantes del Golfo de México.

El tablero tiene una sección de tipo cajón con paredes inclinadas y voladizos laterales de 4,05 metros en la losa superior; su canto es de 3,00 metros, y el ancho total tiene 18,10 metros. Es de hormigón pretensado con excepción de 239,50 metros en la parte central del vano principal que son metálicos, pero conservando las características geométricas exteriores de la sección de hormigón.

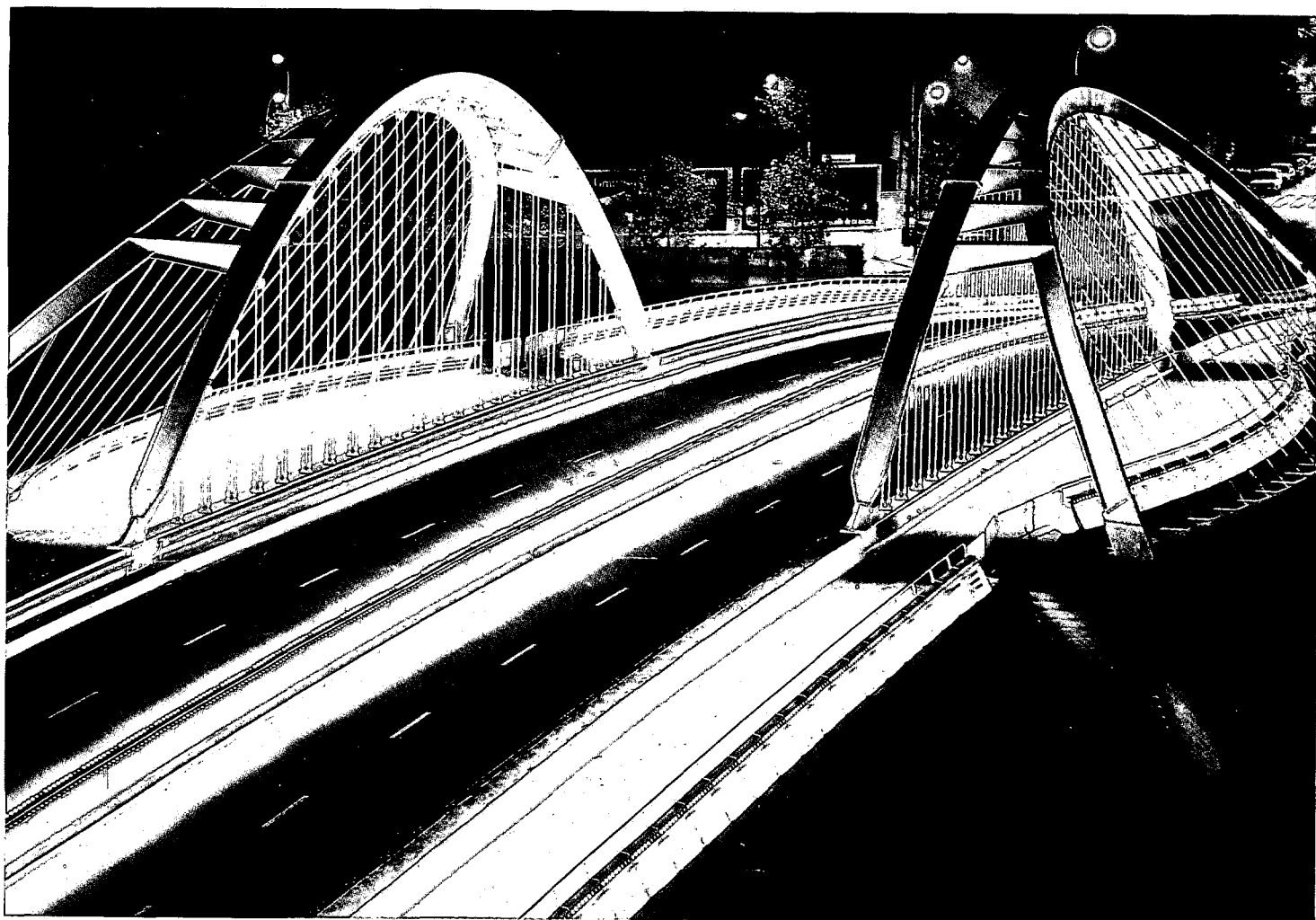
Los diecinueve apoyos normales del puente son de hormigón armado de sección rectangular hueca, con alturas variables entre 5 y 45 metros, mientras que los dos apoyos que enmarcan el vano central son, en cambio, de sección variable que termina en un esbelto mástil en forma de Y invertida.

El atirantamiento está compuesto por once cables inclinados en forma de medio abanico, situados en un plano vertical que pasa por el eje de la calzada. Estos cables, anclados en la parte superior de los pilones, soportan el tablero del puente. La altura de los pilones es de 124 metros sobre el nivel del agua y quedan cimentados a una profundidad máxima de 65 metros, es decir, que alcanzan una altura total de 189 metros.

Se trata de una obra de dimensiones importantes, de armonioso diseño tanto en planta como en alzado y con cuidadoso estudio de cada uno de sus elementos.

Se concedió un *Accésit* al *Puente Urbano*, situado en plena ciudad de Barcelona, entre las calles Felipe II y Bach de Roda, salvando las vías del ferrocarril.

El proyecto consiste, esencialmente, en dos puentes laterales para peatones, de 52 metros de luz, formados, cada uno de ellos, por dos vigas metálicas



Puente urbano Felipe II-Bach de Roda, proyecto de Santiago Calatrava, Accesit de la primera convocatoria.

suspendidas de sus correspondientes arcos metálicos superiores.

De estos cuatro arcos, los dos exteriores son inclinados y sirven, además, para dar estabilidad al conjunto. Las vigas inferiores de los dos arcos interiores son los elementos que soportan la calzada central de vehículos.

Se completa este vano central con dos tramos de acceso resueltos con losas de hormigón pretensado de 18 metros de luz máxima.

En este puente se ha privilegiado la circulación peatonal, como corresponde al entorno urbano que se pretende potenciar, se ha dado un tratamiento claramente escultórico al conjunto y se han cuidado con particular esmero todos los remates, destacando el acabado en pintura blanca lacada de sus elementos metálicos.

Segunda Convocatoria del Premio

En la Segunda Convocatoria del Premio participaron dieciséis obras terminadas en los años 1.989 y 1.990.

Fue muy alabado el denominado *Hangar n° 6 de Barajas (España)*. Se trata de un hangar para mantenimiento de aeronaves con capacidad para albergar hasta nueve de las mayores existentes en el momento actual. Su planta es rectangular, de 240 por 80 metros, con una altura libre de 24 metros. La fachada principal, sin ninguna columna a lo largo de sus 240 metros, se cierra con 18 puertas motorizadas. En el frente de la fachada, la cubierta que-

da colgada, mediante péndolas inclinadas, de un arco metálico de 240 metros de luz y 35 metros de flecha, con sección tubular de 2,25 metros de diámetro y 30 mm. de espesor. Esta cubierta apoya en su fachada trasera en una serie de pilares de hormigón armado.

Es de destacar que la estructura de cubierta había batido dos récords mundiales: el de distancia entre apoyos que es de 240 metros y el de superficie izada en una sola operación que es de 20.000 m². Esta superficie incluye todo el entramado de la cubierta y el arco con sus dos vigas trianguladas inferiores, con un peso total de 3.300 toneladas.

El hangar se completa con un edificio anexo, que alberga talleres, oficinas, almacenes y otros servicios.



Acto de entrega del Premio de la segunda convocatoria por S.A.R. El Príncipe de Asturias a S.E. El Presidente de la República Argentina

El Jurado distinguió con el Accésit, en esta segunda convocatoria, a la *Presa de la Serena sobre río Zújar*, en la provincia de *Badajoz*, que constituye la pieza fundamental de regulación en la cuenta hidrográfica del Guadiana y es una de las más importantes de España. Con ella se cierra un embalse de 3.232 Hm³, el de mayor capacidad de los de la península ibérica, permitiendo la regulación hiperanual de las aportaciones del río Zújar.

El uso del agua así regulado permitirá una mejora de la calidad de vida en una importante zona de Extremadura con la posible ampliación de las superficies de riego en 50.000 nuevas hectáreas.

El conjunto de las obras, tanto la presa como sus mecanismos de control, y la restitución de las comunica-

El Puente Internacional San Roque González de Santa Cruz recibió el Premio de la segunda convocatoria.

ciones interceptadas, han sido ejecutados en cuatro años. Para ello, se hizo necesario vencer grandes dificultades por la obligación de mantener activo el embalse del Zújar, en cuyo vaso se halla la Presa de la Serena, y a fin de garantizar el riego de las sucesivas campañas.

La presa es de gravedad, de planta recta y tiene 91 metros de altura máxima sobre cimientos y una longitud de coronación de 580 metros. Su volumen de hormigón es de 1.108.000 m³.

Además de la extraordinaria repercusión socioeconómica que esta obra ha tenido en Extremadura, la presa de la Serena ha reanudado la tradición española de construcción de grandes aprovechamientos hidráulicos, un tanto aletargada durante los últimos años.

Fue también destacada la *Presa Mi-*

**El Puente Internacional San Roque
González de Santa Cruz une las ciudades
de Posadas (Argentina) con Encarnación
(Paraguay).**

guel de la Madrid Hurtado (México), de materiales sueltos sobre el río Santo Domingo, uno de los afluentes del Papaloapán, en el estado de Oaxaca.

Su altura máxima es de 70 metros, la longitud de coronación de 1.670 metros, empleándose en su construcción 11,7 millones de metros cúbicos de materiales diversos: escollera, núcleo de arcilla, filtros, etc.

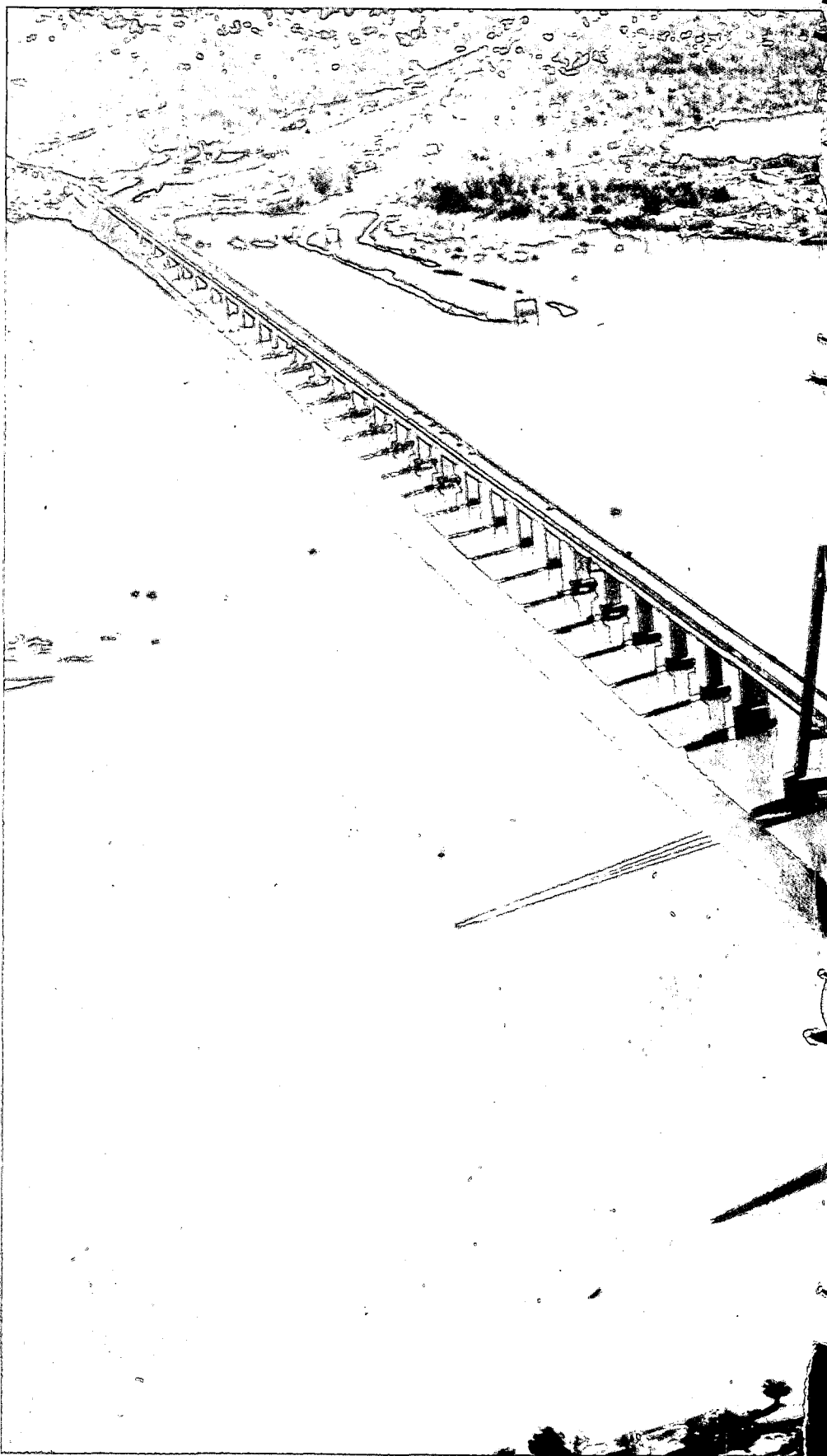
En su margen izquierda se ha dispuesto una estructura para aliviaderos, construida con hormigón armado, de tres vanos con tres compuertas cada uno.

Crea un embalse de 5.380 millones de metros cúbicos que, al solaparse con el embalse Miguel Alemán, construido en 1.955 sobre el río Tonto, otro de los afluentes del Papaloapán, da lugar a un inmenso lago de cerca de 13.400 millones de metros cúbicos.

Estas dos obras permiten, conjuntamente, controlar el 60% de las aportaciones de la cuenca del río Papaloapán. La potencia de la central existente en la presa Miguel Alemán, actualmente de 154 MW. podría ser aumentada a 514 MW.

La presa Miguel de la Madrid Hurtado es la mayor construida en México en los últimos quince años y el embalse creado por ella se sitúa en el sexto lugar.

Entre los puentes sobresalió el de *Posadas-Encarnación (Argentina-Paraguay)*, al que el Jurado otorgó el Pre-







mio Puente de Alcántara en su Segunda Convocatoria.

El puente *Posadas-Encarnación* recibe desde su inauguración el 2 de Abril de 1.990 el nombre de «*Puente Internacional San Roque González de Santa Cruz*» en memoria del misionero jesuita que a comienzo del siglo XVII fundó Encarnación, Posadas y otros pueblos de la zona.

El puente está situado en el río Paraná, a 80 Km. aguas arriba de la presa de Yaciretá y une la ciudad de Posadas en Argentina con Encarnación que es la segunda ciudad en importancia de Paraguay.

Se trata de un puente mixto de ferro-

carril y carretera construido en hormigón pretensado.

La longitud de la obra es de 2.500 metros y está compuesta por un puente principal de 570 metros sobre el canal de navegación, con una luz central de 330 metros y dos luces laterales de 120 metros cada una. Al puente principal se accede por dos viaductos, uno de 1.595 metros en el lado argentino y otro de 385 metros en el lado paraguayo.

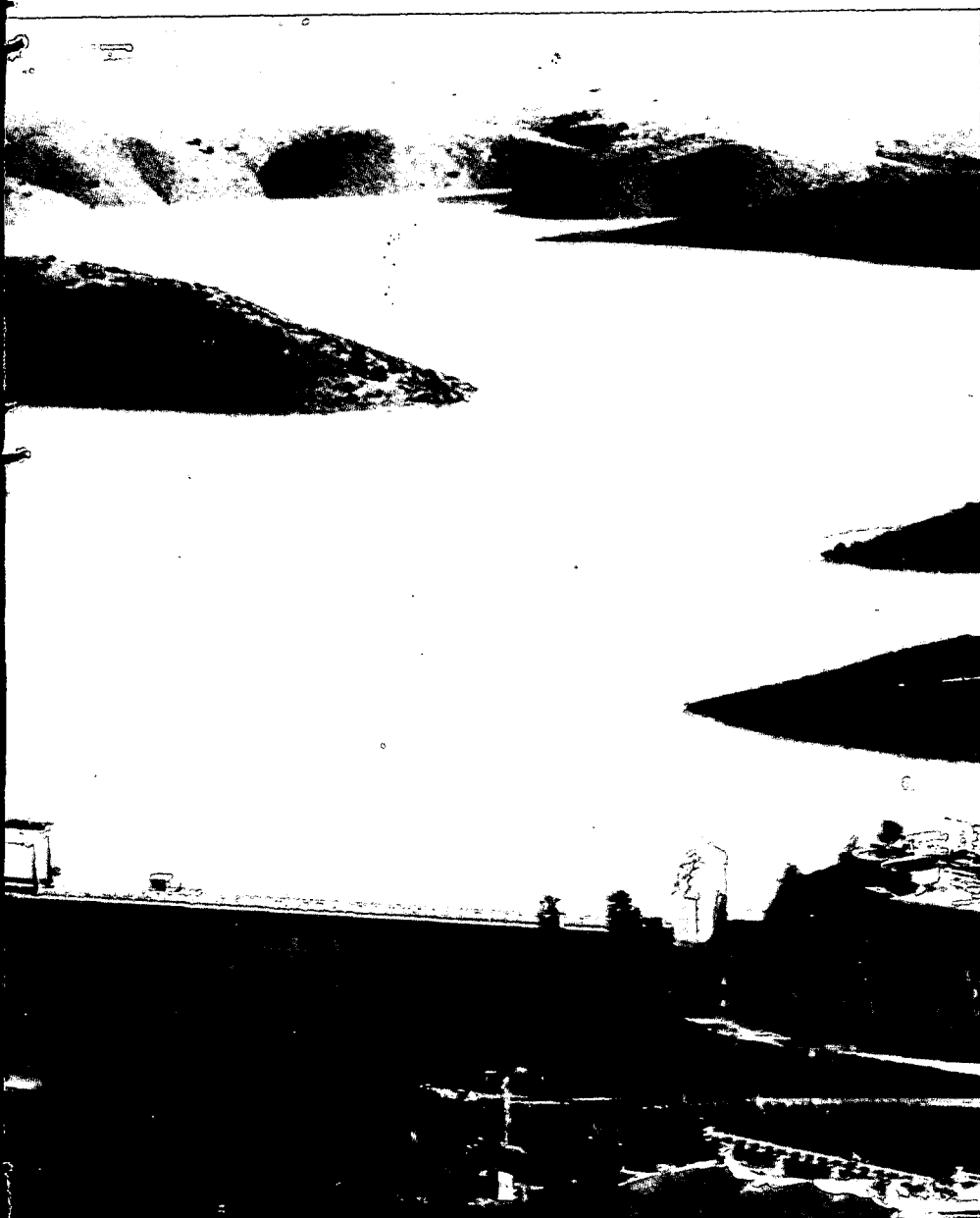
El puente principal es de tipo atirantado y los dos pilones que enmarcan el tramo central de 330 metros tienen forma de A con una altura total desde cimientas de unos 116 metros. Desde el vértice superior de cada pilón parte

un doble abanico de tirantes que mantienen suspendido el tablero, permitiendo una altura libre para la navegación de 18 metros.

Los viaductos están formados por pilas de hormigón de sección hueca en forma de hexágono alargado sobre los que apoya el tablero. Las pilas están separadas 55 metros.

El tablero tiene una anchura de 18,90 metros y contiene dos vías de circulación carretera, una de ferrocarril y una acera peatonal.

La obra tiene un interés indudable al constituir un enlace internacional entre Argentina y Paraguay por carretera y ferrocarril.



Presa de la Serena sobre el río Zújar en la provincia de Badajoz. Accesit de la segunda convocatoria.

Técnicamente el proyecto es excelente tanto en el puente principal atirantado, como en los viaductos de acceso, realizados mediante la técnica de empuje.

La dimensión del vano central, sin ser récord dentro de este tipo de puentes, cobra gran importancia al tratarse de un puente mixto de ferrocarril y carretera.

También merece citarse el *Puente de la Cartuja de Sevilla (España)* por su limpieza de líneas y su extremada esbeltez, lo que permite mantener sin obstáculos visuales, la relación paisajística entre Sevilla y La Cartuja de las

Cuevas. Para lograrlo se ha acudido a la solución de viga cajón metálica continua y tablero ortótropo. Las luces son de 42,50; 170 y 25,50 metros. Los cantos varían entre 3 y 6 metros, alcanzando el vano central una esbeltez excepcional que equivale a 1/56 de la luz entre apoyos. El puente se construyó en una de las márgenes y se hizo girar 90° sobre uno de los apoyos, hasta que el otro extremo, apoyado en un flotador doble, alcanzó la pila de la orilla opuesta.

Asimismo, destacó el *Puente de la Barqueta*, también en Sevilla, por el ingenio de su solución estructural y su carácter emblemático. El puente se ha

resuelto con un arco metálico superior atirantado y tablero ortótropo.

La luz entre apoyos es de 168 metros, pero el arco se desdobra, en ambos extremos, en dos pórticos triangulares de 30 metros de longitud que evitan el pandeo transversal del primero. La sección del arco, de 270 cm. de ancho por 180 cm. de canto, presenta en sus cuatro caras fuertes rehundidos rigidizadores que, además, eliminan las posibles aguas de una gran superficie metálica continua.

El tablero, de 240 cm. de canto, queda suspendido del arco mediante 17 péndolas. Estas últimas, pintadas de rojo, contrastan con la pintura blanca del arco. El ancho de la calzada es de 21,40 metros.

El puente fue montado en la margen de La Cartuja, puesto que la otra margen estaba ocupada por líneas de ferrocarril que impedían todo acceso a la obra. Desde allí, y apoyando uno de sus extremos en flotadores, fue girado 90° hasta situarse en su posición definitiva.

Tercera Convocatoria del Premio

A la Tercera Convocatoria del Premio se han presentado cuarenta y cuatro obras, finalizadas en 1.991 y 1.992, y a ellas se dedican los siguientes artículos de esta revista. Forman, sin duda, una excepcional representación de las actuales obras públicas en España, Portugal y países iberoamericanos. ■