

EL ARTE Y LA ESTÉTICA EN EL DISEÑO DE PUENTES: ¿PUENTES MONUMENTO U OBRA CIVIL FUNCIONAL? (*)

Juan J. Arenas.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
*Catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros
de Caminos, Canales y Puertos de Santander.*

RESUMEN

La calidad estética de las obras públicas es cada vez más demandada por la gente, hecho al que los ingenieros debemos ser sensibles esforzándonos por incorporar esos valores a nuestras obras de todos los días. Sin embargo, contraponer belleza a funcionalidad es tomar el camino equivocado. Tal como nos enseña la obra de los grandes ingenieros, la belleza de una construcción desnuda, como es un puente, en absoluto puede quedar separada de su esencia funcional y resistente, siendo de las formas depuradas al máximo de donde, por el contrario, nace.

En el caso concreto de los puentes, parece que sus formas han de ser el resultado de una búsqueda rigurosa de la mejor verdad estructural, en el sentido de valores auténticos de resistencia, eficiencia, economía y durabilidad, y rechazando de plano cualquier frivolidad de apariencia superficial no acompañada a esa realidad estructural. Sí podemos y debemos hacer obras hermosas, pero no caprichosas ni desproporcionadas. El ingeniero no debe olvidar que trabaja, la más de las veces, con los recursos de los contribuyentes, y nuestra responsabilidad ciudadano consiste en devolver a la sociedad el mejor valor posible a cambio de ese dinero, teniendo siempre presente la necesaria búsqueda de la dignidad e, incluso, de la belleza de nuestras construcciones.

ABSTRACT

There is a growing demand for aesthetic quality in public works, whose appreciation is not after all exclusive to civil engineers but extends to the public in general. Beauty is not, however, a quality of a construction that can be considered in isolation; streamlined form must be designed in close combination with optimum strength, and always with economy considerations in mind.

In the case of bridges, shape springs from the stringent research for maximum structural truth, this being understood as real values of strength, efficiency and economy, firmly rejecting any decorative frivolity extraneous to the structural considerations. We can, and must, create beautiful constructions, precluding fantasy and unbalanced proportions. However, it must be kept in mind that civil engineers mostly work with taxpayers' money, and their civic responsibility is to provide value for this money, while striving to achieve dignity and even beauty.



Viaducto de Garabit. (Eiffel).

Me parece bueno empezar esta líneas subrayando los aspectos de mejora del paisaje, integración social, elevación cultural y dignificación del entorno en que vivimos que pueden producir las buenas obras públicas. Desde el momento en que nada impacta más un paisaje abierto que un gran puente y en que nada modifica más la configuración de un territorio que una autopista, decía yo en un artículo sobre estos temas que nada extraño resulta que la ingeniería se vea hoy afectada por un nuevo clima de valoración del diseño y la belleza en todos los aspectos de la vida, y concluía que es preciso ya, y va a serlo cada día con más fuerza, incluir la calidad estética de las obras públicas dentro del conjunto de "funciones" esenciales que ellas deben cumplir. Y aclaraba que la satisfacción estética que deben de producir todas las construcciones va a figurar, cada vez más, como una necesidad de primer plano. Que, en un sociedad culta, podrá llegar a ser sentida por la gente con la misma intensidad mental con que exigen sentir seguridad al cruzar un puente. Si ello es así,

hasta los más firmes defensores de la pura funcionalidad de las obras de ingeniería llegarán a estar de acuerdo con la total necesidad de cuidar al máximo la calidad plástica de las obras que construimos.

Ahora bien, contraponer funcionalidad y belleza en una obra de ingeniería es tomar el camino equivocado. Las obras de ingeniería o responden a una función social clara o no pueden llamarse ingeniería. Precisamente la ingeniería civil se separa de la arquitectura cuando en 1750 se funda en Francia la Escuela de Ponts et Chaussées, que nace para formar gente especialmente capacitada para mejorar las redes de caminos y canales, para lo que es preciso que sepan más del arte de construir y, por supuesto, que profundicen y aumenten ese conocimiento.

De un modo claro, las escuelas de ingeniería vienen a romper con las decoraciones arquitectónicas, en una época en que los arquitectos se formaban todavía en las Escuelas de Bellas Artes. Los ingenieros vienen para decir que sin ellos y sin su ciencia no hay progreso para la sociedad. Que

son los caminos y puentes seguros, primero, y los ferrocarriles después los únicos que garantizan el desarrollo económico, como la ingeniería sanitaria es la única que hace posible la salud de la gente. Desarrollo y progreso que se hace a costa de obras que, en ocasiones, resultan poco defendibles estéticamente: recordemos, por ejemplo, los viaductos de madera y los toscos puentes triangulados de los primitivos ferrocarriles americanos. A gente que andaba descubriendo el funcionamiento de los nudos de las vigas Pratt resulta difícil pedirle que cuide el diseño de contornos redondeando sus caras internas.

Cuando hacia 1876 Castigliano es capaz de formular el teorema de la energía mínima de deformación, que viene a resolver el dimensionamiento de estructuras hiperestáticas y que supone un avance estructural extraordinario, parece mucho pedir que los ingenieros que estrenan su aplicación renuncien al dimensionamiento estricto de cada barra aunque ello suponga proporciones geométricas a veces poco afortunadas. En resumen, hay que entender que el gran objetivo profe-

sional de esos pioneros era llegar a niveles de conocimiento que hicieran posibles las estructuras demandadas por el progreso social y que, de otro modo, sólo podían ser construidas de modo empírico, inseguro y, probablemente, antieconómico.

Sin embargo, lo a primera vista sorprendente es que todo el desarrollo tecnológico a que esa nueva vía técnico-científica ha conducido, ha acabado creando un estilo constructivo de tal fuerza, limpieza y claridad expresiva que ya no hay más remedio que denominarlo arte de ingeniería estructural. Palabras cuya pronunciación todavía nos resulta difícil, porque si algo puede asegurarse es que ni Eiffel, ni Maillart ni Freyssinet se plantearon jamás hacer arte en su trabajo diario y, probablemente, hasta se sentirían molestos por ser llamados artistas.

La pregunta, entonces, es: ¿De dónde sale la belleza, tan grandiosa como indiscutible, del viaducto metálico de Garabit? ¿Qué mensaje de limpieza y serenidad, qué sensación de fuerza tranquila y austera nos transmiten los pórticos de hormigón que Freyssinet construyó sobre el Marne?

Puente pórtico de Esbly (Freyssinet).



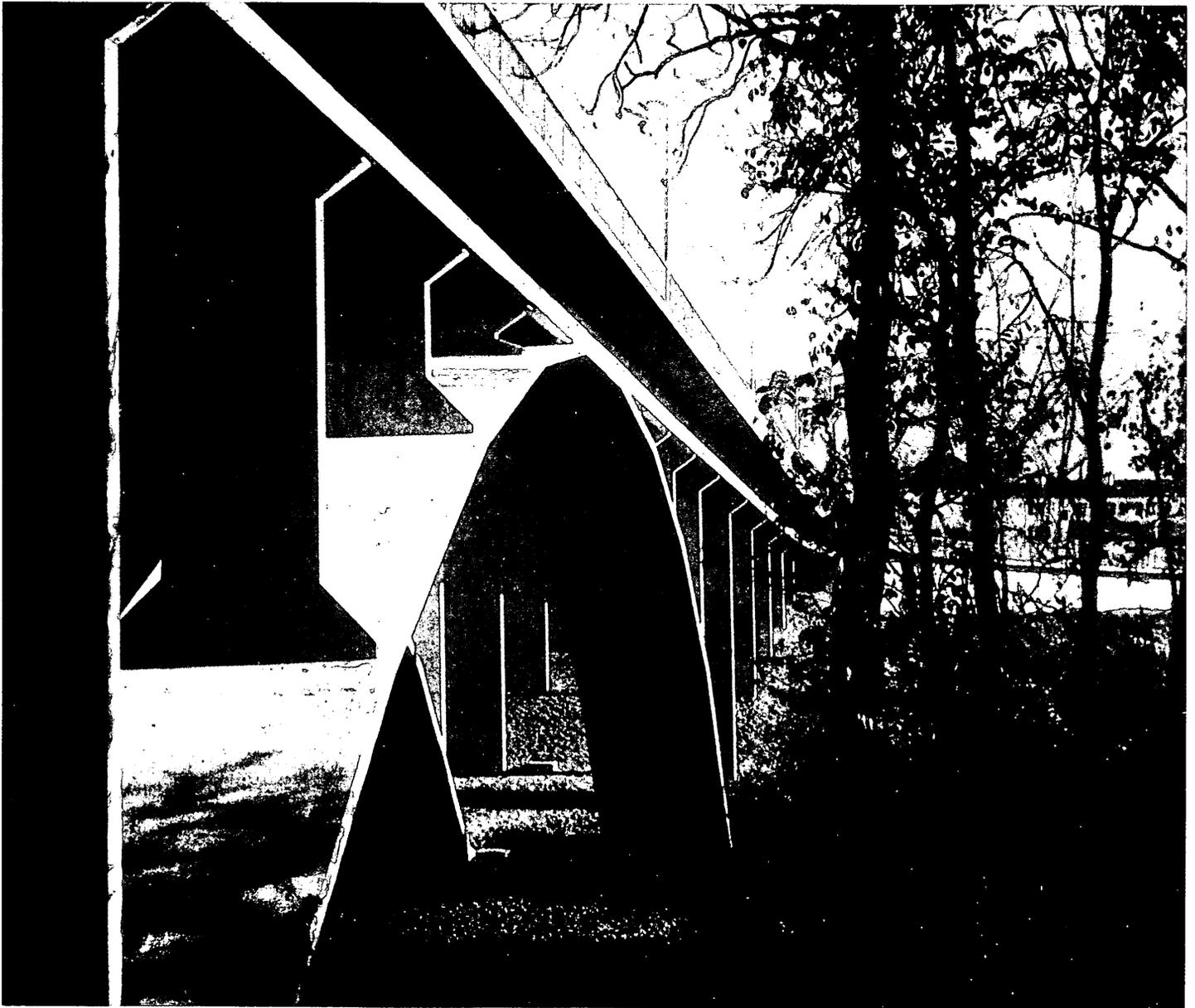
¿Por qué la desnudez de los arcos triarticulados de Maillart, absolutamente carentes de cualquier elemento superfluo, sigue impresionándonos?

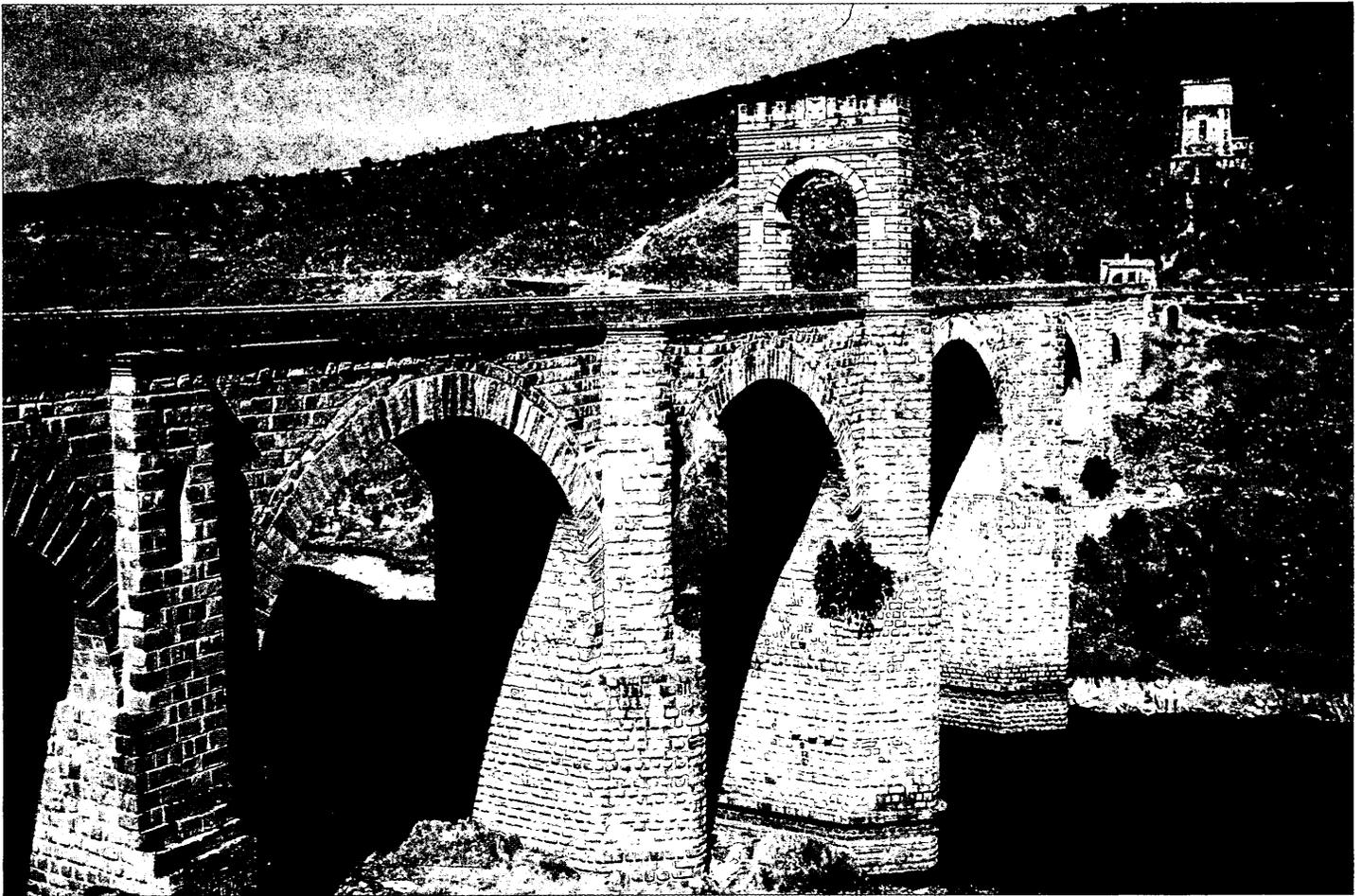
Pero es que las imágenes de esas obras no sólo nos impresionan a los ingenieros. Al final, la arquitectura moderna ha encontrado en esa pureza de líneas y funciones una buena base de su propio desarrollo. No otro significado tiene la regla de las 3 efes (la "Form follows function") de la Bauhaus de los años 30. Allí están los rascacielos transparentes de Mies van der Rohe ("menos es más"). Y en estos momentos las rótulas, las triangulaciones y los tirantes, elementos indiscutible-

mente ingenieriles, están jugando buena parte de las batallas en los concursos arquitectónicos.

Nada de esto debería extrañarnos. Y ello porque la belleza, o al menos, la belleza auténtica, no es ni puede ser una cualidad aislada de una construcción. Belleza, bien y verdad son valores indisolublemente unidos en la realidad de nuestras vidas. Lo que para entendernos podríamos llamar el éxito arquitectónico de la ingeniería no puede provenir más que del hecho de que esas obras de los grandes maestros son el resumen de un trabajo llevado al extremo en el sentido de depurar formas, ajustándolas al máximo con los mecanismos

Viaducto sobre el río Aire. (Ginebra). Maillart.





Puente de Alcántara.

resistentes más eficientes y, por tanto, buscando siempre la mayor economía. Lo cual no puede lograrse más que en una línea de total autenticidad, o sea de total respeto a las realidades físicas de los materiales y a las respuestas estructurales de cada tipología con ellos materializada.

Si algo caracteriza a los mejores puentes de nuestra era es la coincidencia total que en ellos se da entre forma y estructura, de modo que su aspecto externo revela con total claridad sus mecanismos resistentes. Es por ello que sus formas han de ser producto de una búsqueda rigurosa de la mejor verdad estructural, tomando verdad en el sentido de valores auténticos de resistencia, eficiencia y economía, e, incluso, en el de durabilidad. Lo que supone rechazar de plano, no hace falta decirlo, cualquier frivolidad de belleza superficial, no acompasada a esa realidad estructural. De belleza soportada por una estructura, en lugar de dimanar de su realidad profunda. o negando validez a estructuras que pueden ser expresivas pero en las que, de modo voluntario y en aras de

la espectacularidad, se han despreciado mecanismos eficientes y económicos para reemplazarlos por otros más llamativos y, naturalmente, despilfarradores de recursos.

La importancia en la autenticidad de las formas es tal que, como dice Billington, resulta impresionante cómo un ingeniero puede simplificar el cálculo de una estructura a base de modificar sus formas. Dice este autor: "La forma controla las fuerzas y, cuando más claramente pueda el proyectista visualizarlas, tanto más seguro se sentirá de esa forma". Lo curioso, además es que cuanto mejor se visualicen esas fuerzas, no sólo el proyectista se sentirá más seguro en el plano resistente. Es que, al tiempo, más expresiva y con seguridad más bella resultará su estructura. O sea, la verdad, el bien y la belleza de nuevo acopladas y en la misma fase.

Sin embargo, que la estética de los puentes no pueda descansar más que sobre una base de verdad comporta bastantes exigencias. La primera sería la de estar con nuestro esfuerzo respondien-



Acueducto de los Milagros (Mérida).

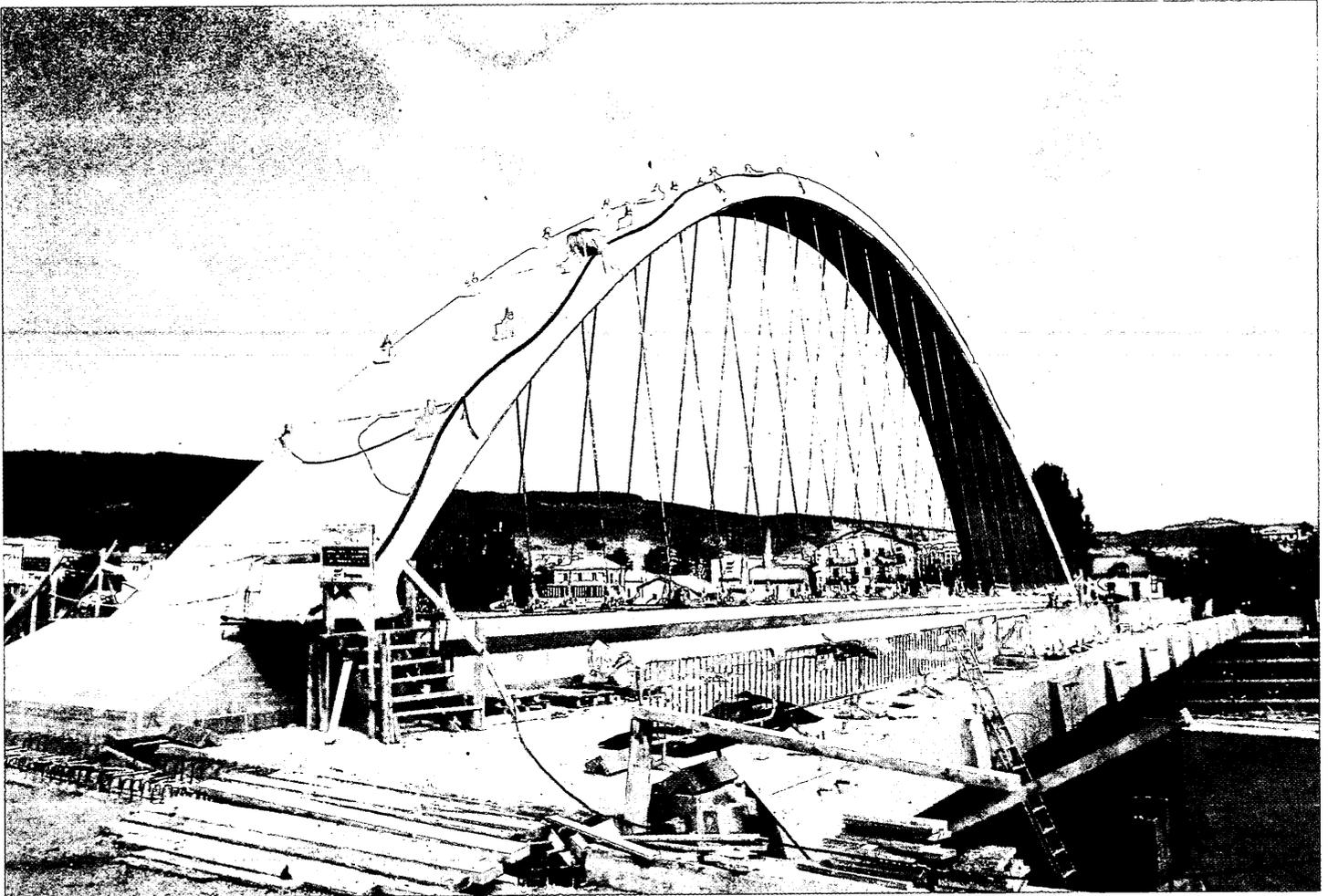
do a una verdadera necesidad social. Todos me entenderán si pongo como ejemplo un puente de gran luz, y por tanto de alto coste, planteado sobre un cauce sin agua, donde una sucesión rítmica de pilas enmarcando vanos pequeños o medios tendría pleno sentido en cuanto a eficiencia y economía (y, con seguridad, en cuanto a belleza e integración ambiental de la obra). O, por ejemplo, planteando una estructura tipo arco sobre un suelo que malamente acepta reacciones horizontales. Peligro inimaginable hace pocas décadas por cuanto los límites tecnológicos resultaban lo bastante angostos para impedir cualquier frivolidad de ese calibre, pero que hoy, gracias a los materiales de que disponemos, podríamos los ingenieros llegar a falsear.

Conviene no olvidar nunca que nosotros trabajamos con caudales extraídos con dolor de los contribuyentes y que nuestra responsabilidad ciudadana consiste en devolver a la sociedad el mejor valor a cambio de ese dinero. Sociedad que

tiene muchos y graves problemas sin resolver y a la que, cuando tantos aspectos importantes de la vida están mal atendidos, levantarle puentes-monumento en rincones perdidos de nuestra geografía puede sonarle a broma pesada. Aspectos incluso relacionados con nuestro trabajo como los ferrocarriles, para los que se nos explica que España carece de recursos para afrontar a corto plazo su modernización.

Poca duda cabe de que la regla de la máxima eficiencia y economía tiene que presidir obligadamente nuestro trabajo. De hecho, incluso, hay que recordar que Maillart construía sus puentes no porque la rígida administración suiza apoyara diseños innovadores, sino precisamente porque esa innovación, yendo en la buena dirección de máxima eficiencia estructural, suponía siempre ahorros respecto de otras soluciones.

Pero es que nos volvemos a encontrar la misma historia en los puentes que Freyssinet construyó a sus veintipocos años sobre el río Allier. Las



Puente de las Oblatas (Pamplona).

bóvedas ligeras y elegantes del Boutiron y del Veurdre se levantaron gracias a que, con tal diseño innovador, Freyssinet, que servía en la Administración departamental, planteó al propio contratista ahorros extraordinarios en materiales, que éste creyó y aceptó. En un plano de sentimientos íntimos de un ingeniero extraordinario, el austero, exigente y hasta antipático Freyssinet llega a decir de los puentes del Allier, amasijos de piedra y cemento y barras de acero al fin y al cabo, que son su corazón y su vida, que son la flor de sus años. Parece que tal poesía sólo podría nacer de la contemplación de formas puras, de bellas artes en suma. Pero es la obra levantada sobre el Allier la que inspira ese sentimiento tremendo a Freyssinet. Obra total que abarca sin duda la extremada ligereza de sus bóvedas. Pero que incluye también, como condición inexcusable, la extraordinaria calidad de los hormigones que allí ha conseguido ejecutar y que explican esas bóvedas. La poesía de Freyssinet abarca el sentimiento completo de un

constructor que sueña con obras de la mayor eficiencia y economía. Tan próximas a la perfección como sea posible.

No hay más remedio que concluir que la mejor ingeniería sale de la más dura competición económica..., lucha a la que hay que añadir, por supuesto, la exigencia de limpieza y transparencia, con una Administración que actúe como árbitro competente, valorando y exigiendo calidad.

Dicho todo lo cual, y para no conformarme con una intervención sesgada en la dirección de evitar alardes innecesarios, hay que contemplar el otro aspecto de la cuestión, que es el de la necesaria búsqueda de la dignidad e incluso de la belleza por parte del ingeniero si quiere lograr algo que valga la pena. De acuerdo en que sin respeto a la realidad social, al entorno físico y a la verdad estructural, no puede haber auténtica belleza en un puente. De acuerdo, incluso, en que nuestro trabajo debería siempre moverse en unas coordenadas de austeridad. De acuerdo también en que la

belleza de una obra de ingeniería no puede ser nada añadido a su más íntima realidad sino la expresión externa de sus más auténticos valores.

Pero ¿Cuál es el límite de esa austeridad? ¿Será cierto que los ingenieros, en aras de la economía, tenemos vedada la realización de las obras hermosas? La respuesta podría ser: obras hermosas sí que podemos y debemos hacer, pero no caprichosas ni desproporcionadas.

De hecho, nada como el buen juicio del ingeniero, y el buen juicio de un profesión entera, para establecer los límites de esa austeridad. ¿Tiene por ejemplo sentido construir hoy un nudo de carreteras a la entrada de una gran ciudad utilizando terraplenes altos y pequeños puentes de cruce? Porque esa sería seguramente la solución más económica en términos de costo directo e inmediato. Creo yo que pocos defenderían hoy tal planteamiento economicista, entre otras cosas porque de él se deriva una pobreza medioambiental y urbanística que repercute negativamente en la calidad de vida de la gente y hasta en sus niveles de sensibilización, cultura y educación.

¿Tendría entonces sentido plantearse ese nudo con obras de cruce a base de puentes extraordinarios con formas llamativas y luces desproporcionadas? La respuesta es, decididamente, no. Está claro que en cada caso habrá que encontrar el razonable y justo término medio que maximice los beneficios de una inversión social. Quizás la fórmula a aplicar podría parecerse a ésta: hagamos sólo lo estrictamente necesario, pero hagámoslo realmente bien.

Y, además, hagamos bien y tratemos con el mismo cariño todas las partes de nuestras obras. Huyamos de una vez por todas de la nefasta manía de valorar los récords, de las grandes luces evitables, tan vacías -si innecesarias- de contenido humano. La limpieza de diseño de los pequeños pasos elevados sobre una autovía posee una importancia tan grande en el plano de la seguridad vial como en el propio de la limpieza estética y de la calidad del paisaje que ofrece la circulación por

ella. Los pequeños puentes bajo la gran carretera no son mirados por casi nadie pero su mayor o menor calidad estructural se aprecia un montón en las deformaciones del pavimento que no pocas veces sufren y hasta en las contraflechas excesivas que sus impostas denuncian.

Y para terminar, ya en otro plano: ¿Es suficiente el rigor de la ciencia estructural para alcanzar ese nivel de calidad de diseño y construcción de los puentes ejemplares? La respuesta vuelve a ser negativa. La ingeniería no puede confundirse con la ciencia. Utiliza Coh profusión conocimientos científicos pero va más allá. Como dice Billington, la gran diferencia entre ciencia e ingeniería es que la primera se dedica a descubrir teorías y principios que estaban allí escondidos desde el origen de los tiempos, mientras que la ingeniería produce objetos y formas que no habían existido jamás.

Parece claro que la materialización de puentes hermosos requiere una actitud tan decidida como esforzada por parte del proyectista. Posturas cómodas como las que hace pocas décadas defendían que todo lo bien calculado resulta automáticamente bello hace tiempo que no encuentran abogados. Encontrar esa síntesis apretada entre arte y tecnología, entre forma y mecanismos resistentes, entre claridad de expresión externa y limpieza y eficiencia de comportamiento estructural interno ha sido, desde siempre, el objetivo de los mejores ingenieros.

De hecho, no sólo de los ingenieros: Zubiri cuenta cómo Einstein le confiesa su creencia profunda en que las leyes de la Naturaleza han de poseer una belleza y una armonía profundas. Y la Teoría de la relatividad, aparentemente tan árida, le parece cierta, entre otras cosas, porque en sus entrañas y conclusiones le ofrece esa armonía radical. Buen motivo de reflexión para todos nosotros. ●

(*) Ponencia presentada al Congreso de Puentes de La Coruña. (Noviembre 1994)