

EL NUEVO «PONTE DEI CONGRESSI» EN ROMA

THE NEW «PONTE DEI CONGRESSI» IN ROME

JUAN JOSÉ ARENAS. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Arenas & Asociados, Santander, España

ENZO SIVIERO. Ingegnere Civile

Istituto Universitario d'Architettura di Venezia, Italia

RESUMEN: En este artículo se hace una breve descripción del proyecto ganador del concurso que el Ayuntamiento de Roma lanzó en 1999 para construir un nuevo puente sobre el río Tíber y al que se presentaron 52 equipos de toda Europa. La propuesta aquí descrita se refiere a un gran arco elevado atirantado por el propio tablero, cuya concepción ha estado presidida por el deseo de integrarlo al máximo en su entorno paisajístico y urbano. El diseño de su sección transversal ha respondido al deseo del municipio romano de incluir paseos peatonales y ciclistas así como zonas del puente donde pudieran instalarse en el verano manifestaciones culturales. Más detalles pueden consultarse en la página web: www.comune.roma.it/dipterritorio/concurso.pontecongressi

PALABRAS CLAVE: PUENTE, ARCO, TABLERO, ARCO ATIRANTADO

ABSTRACT: This article provides a brief description of the winning project in the design competition put out by the Rome City Council in 1999 for the construction of a new bridge over the River Tiber. The project, which was selected from tenders from 52 teams from all over Europe, is for a large bowstring arch bridge which is braced by its own deck. The bridge design was largely governed by the need to integrate it as far as possible with its surrounding natural and urban environment. The design of the cross-section responds to the Rome Council's desire to include pedestrian walkways and cycle paths as well as for the need to set aside certain areas on the bridge which could be used for cultural exhibitions during the summer months. For more details, consult the web-site: www.comune.roma.it/dipterritorio/concurso.pontecongressi

KEYWORDS: BRIDGE, ARCH, DECK, BOW-STRING

1. EL CONCURSO PLANTEADO

Se presenta en esta comunicación la propuesta que los autores sometieron al Concurso internacional convocado por el Ayuntamiento de Roma a finales de 1999 para conectar con un nuevo puente sobre el río Tíber el barrio del EUR con la autopista que une Roma con el aeropuerto de Fiumicino. La propuesta que aquí se muestra resultó ganadora del concurso y en estos momentos está a la espera de ver resueltas numerosas cuestiones urbanísticas que condicionan

1. THE TENDER BASE

This paper presents the proposal submitted by the authors in response to the International Design Competition announced by the Rome City Council at the end of 1999 for the construction of a new bridge over the River Tiber to connect the EUR district with the motorway running between Rome and the Fiumicino Airport. The tender presented here was awarded the contract and is currently awaiting numerous town planning questions to be resolved which

en gran medida el trazado altimétrico de la nueva vía, dato indispensable para poder iniciar su desarrollo como proyecto de construcción.

Las dificultades geográficas para la inserción de esta nueva vía en el área son importantes: A lo largo del Tíber corren por ambos lados varias carreteras, la autopista indicada, la línea de metro a Fiumicino y las vías del FC Metropolitano Cotral, con un área importante de talleres de mantenimiento. El nuevo enlace debía correr desde la avenida Océano Pacífico del Barrio del EUR (margen izquierda del Tíber) hasta la Autopista sita en la margen derecha, pero se topaba de bruces con el recinto ocupado por la Cotral, que era preciso cruzar bien por encima, con claro deterioro de las viviendas de la zona afectada por la elevación de la vía, bien por debajo con el problema insoluble de emerger al otro lado de la Cotral y ganar rápidamente cota para cruzar las vías de ribera y el propio río.

Realizar cruces a distinto nivel del nuevo trazado con esa vías de ribera conectándolas al mismo tiempo a él con ramales era tarea imposible. La propuesta urbanística de trazado desarrollada por el Ingeniero Roberto di Marco y el estudio de arquitectura Transit (ambos de Roma) solucionó esas dificultades creando un anillo que contorneaba el área ocupada por la Cotral que, aprovechando dos calles secundarias perpendiculares al río, que podían ensancharse, evitaba destruir cualquier tejido urbano.

El cauce del Tíber ocupa en esta zona un ancho de unos 220 metros de los que sólo 90 corresponden al cauce menor, quedando delimitado por sendas motas de tierra, como muros de contención del agua en grandes avenidas, por cuya coronación discurre una pista ciclista de 5 metros de anchura. Las terrazas del cauce ofrecen una importante vegetación de árboles y arbustos y el Ayuntamiento de Roma deseaba que el nuevo puente integrara al máximo ese parque natural con las vías peatonales y ciclistas y que facilitara el acceso de unos y otros al cauce fluvial.

En concreto, las bases del Concurso demandaban en la nueva construcción no sólo vías peatonales y ciclistas sino que llegaban a pedir, sin concretar medidas, que los concursantes buscaran espacios para alojar manifestaciones culturales esporádicas, tipo exposiciones artísticas o ferias del libro, en alguna zona del puente.

2. LA SOLUCIÓN PROPUESTA

Consiste en un gran puente arco del tipo bowstring que abarca la totalidad del cauce, con una luz de 180 metros entre ejes de cimentación.

Las terrazas del cauce ofrecen una importante vegetación de árboles y arbustos y el Ayuntamiento de Roma deseaba que el nuevo puente integrara al máximo ese parque natural con las vías peatonales y ciclistas y que facilitara el acceso de unos y otros al cauce fluvial

The terraced banks of the river are dotted by bushes and trees and the Rome Council expressed their intention that the new bridge integrate this natural park with footpaths and cycle tracks and allow the access of these to the river banks

largely condition the height arrangement of the new crossing, this being an indispensable factor for the ensuing development of the construction project.

There are numerous geographical problems in the area regarding the setting of a new bridge: different roads running along both sides of the Tiber in addition to the above mentioned motorway, the underground line to Fiumicino and the Cotral Metropolitan Railway lines, this latter including a large area of industrial buildings and maintenance sheds. The new connection has to cross from the vial Ocean Pacifico in the EUR quarter (on the left bank of the Tiber) to the motorway on the right bank, but has to surmount the problem posed by the Cotral Railway yard, which has to be crossed either above, to the subsequent detriment of the housing in the area due to the height of the bridge, or below, with the ensuing problem of emerging out from the opposite side of the rail yard and rapidly having to gain height in order to cross roads and lines and the river itself.

It was impossible to make a crossing at a different level from these roads and to connect them by branch roads. The town planning proposal for the route put forward by the engineer Roberto di Marco and the Transit architectural company (both of Rome) overcame this problem by creating a ring road which skirts the area occupied by the railway yard, and takes advantage of two side streets set perpendicular to the river which may be widened and, thereby, avoid any disruption of the current urban layout.

The bed of the river Tiber is 220 metres wide in this area and the actual river itself is only 90 m wide at low water. The sides of the river are marked by large sloping earth banks which are duly lined with retaining walls to protect against freshets. At the top of these walls there is a 5 metre wide cycle track. The terraced banks of the river are dotted by bushes and trees and the Rome Council expressed their intention that the new bridge integrate this natural park with footpaths and cycle tracks and allow the access of these to the river banks.

In addition to the footpaths and cycle tracks mentioned in the Tender Competition, the authorities also requested that tender designs should allocate a certain amount of space, without establishing exactly how much, for the holding of cultural events, such as shows or book fairs within some part of the bridge.

2. THE PROPOSED SOLUTION

It is a large bowstring arch bridge which crosses the entire river bed with a span of 180 metres between the centrelines of the vertical foundations.

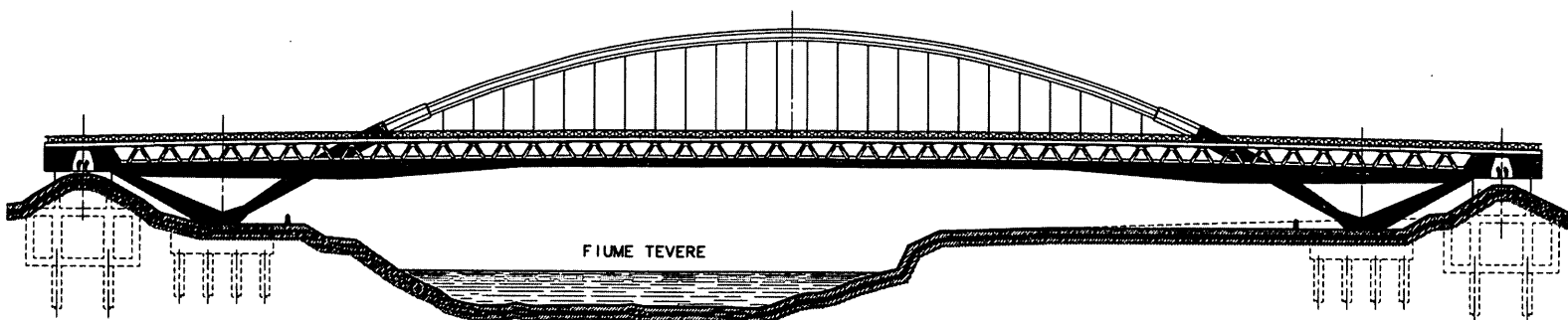


Figura 1. Alzado general del puente.
Figure 1. Elevation of the bridge.

nes verticales. El arco que vuela sobre el tablero es único, de acero y ofrece una flecha de 16 metros sobre la rasante. El tablero, de doble piso, ofrece un canto de 4,70 metros, quedando suspendido del arco mediante péndolas tubulares, y actuando al tiempo como gran tirante que subtiende la fuerza horizontal de empuje del arco (figura 1).

Se trata de una tipología bowstring modificada: Arco y tablero no descansan sobre apoyos extremos verticales componiendo una viga isostática de canto variable sino que, en este caso, el arco cae sobre la mediana del tablero, lo atraviesa por dentro y sigue su camino oblicuo hasta el suelo de cimentación. Como éste es blando, sólo la componente vertical del empuje del arco puede ser aceptada por los pilotes de cimentación. La componente horizontal del empuje oblicuo está obligada a seguir viajando por un jalcón final oblicuo que se eleva hasta el extremo del tablero. Fijando esos extremos en vertical, será posible transmitir al extremo del tablero la fuerza horizontal del arco. El apoyo vertical deberá hacer frente a la reacción negativa que el empuje ascendente de los jalcónes finales produce.

La cuestión es entonces conseguir un anclaje vertical de los extremos del tablero, lo que aquí se ha logrado con grandes cajones rellenos de tierra y conectados al tablero mediante pantallas pretensadas verticalmente. Así como un bowstring clásico puede mirarse como viga simple de canto variable, este esquema emparenta más con un tramo compensado, con empotramiento en ambos arranques. Al final, sin pedir al terreno ninguna reacción horizontal, podemos plantear un gran puente arco que nace del suelo y que, por ello, abraza de un modo claro al cauce del río.

3. LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL TABLERO

El importante canto del tablero supone una inercia tal que nos permite filtrar en el arco esbelto cualquier flexión importante. Al tiempo, ese canto hace posible alojar en el

The arch projecting over the deck is formed of steel and rises 16 metres over the level. The double floor deck has a depth of 4.70 metres and is suspended from the arch by way of pairs of tubular hangers while serving at the same time as a large tie which subtends the horizontal thrust of the arch (Figure 1).

The bridge is a modified bowstring type structure as the arch and deck do not rest on the external vertical supports, in the manner of an isostatic beam of variable depth, but, instead, the arch strikes through the centre of the deck and continues its oblique course down to the foundation bed. As the soil around the footings is soft, only the vertical component of the arch's thrust may be taken by the foundation piles. The horizontal component of the oblique push has to continue its path along a sloping end strut, which is raised to meet the end of the deck. Through the vertical fixing of these ends it is then possible to transfer the horizontal forces of the arch to the ends of the deck. The vertical support has to withstand the negative reaction produced by the rising thrust of the end struts.

It is then necessary to provide vertical anchorage at the ends of the deck, this being solved by large earth-filled box foundations which are connected to the deck by vertically prestressed retaining walls. While the beam in a classic bowstring design may be seen as a simple supported beam of variable depth, in this arrangement it takes on the appearance of a compensated section fixed at both ends. As such, no horizontal reaction is required of the soil and it is possible to then contemplate a large arch bridge which rises from the earth and clearly embraces the river bed.

3. CROSS-SECTION OF THE DECK

The inertia of the large depth of the deck makes it possible to filter any important bending through a slender arch. At the same time, the depth of the deck

La Transformación de los Elementos con...

E S P E C I A L I D A D E S
Q U Í M I C A S

Nuestra constante innovación química permite la transformación de elementos incluidos en cualquier proceso constructivo, aportándoles altas características técnicas y estéticas.



OBRA CIVIL

Túneles, puentes, presas,
depuradoras, depósitos, balsas,...



EDIFICACIÓN

Estructuras metálicas y de hormigón,
fachadas, cubiertas, pavimentos, ...
En todo tipo de edificios:
industriales, de vivienda, de oficinas,
hoteleros, ...



Para la puesta en obra, Sika cuenta con
Empresas Aplicadoras especializadas
de primera línea.

Calidad, experiencia y servicio.



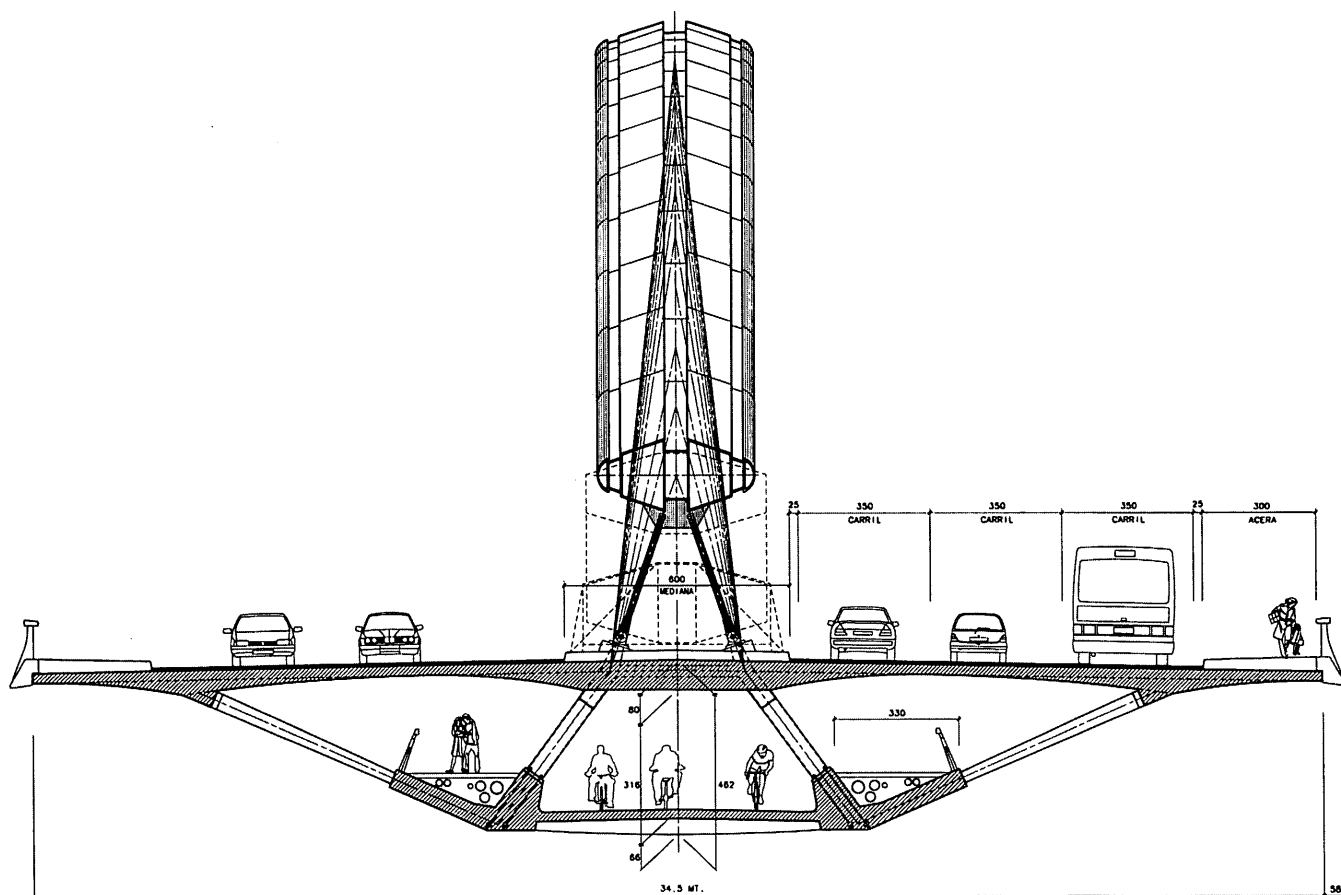
piso inferior tanto los servicios urbanos como sendas pistas de peatones y ciclistas, así como disponer de espacio para manifestaciones culturales. Todo lo cual nos ha llevado a proponer una sección transversal tricelular con almas reemplazadas por triangulaciones de acero y hormigón. Las almas externas incluyen elementos prefabricados de hormigón que componen triangulaciones de gran ligereza y transparencia, de modo que los paseantes tendrán siempre a la vista el cauce del río. Las almas interiores, que se han planteado como triangulaciones de acero, acometen directamente a los pies de las péndolas, de modo que las fuerzas de cuelgue se mueven por ellas creando sólo esfuerzos axiales. El volumen central resultante bajo el tablero es aprovechable tanto para vías ciclistas como para manifestaciones culturales (figura 2).

La zona de cruce del arco de hormigón con el tablero supone una ocupación importante del volumen de este espacio central. Hemos resuelto el paso por esa zona crítica aumentando localmente el canto del tablero que ad-

provides sufficient space for cycle tracks and footpaths as well as allowing space for stands or exhibition areas. We have subsequently established a tri-cellular cross-section with the webs replaced by steel and concrete triangles. The external webs include precast concrete elements that form very light and transparent triangulations, which provide pedestrians with a constant view of the river. The internal webs are formed in steel trusses, which directly connect with the foot of the suspension hangers, so that the suspension force moves through the axis of these webs and only creates axial forces. The central area below the roadway deck may be used for both cycle tracks and cultural events (figure 2).

The intersection of the concrete arch and the deck occupies a large area of space in the centre of the bridge. This has been solved by increasing the depth of the deck in this area to create the appearance of a bird belly, which is very pleasing to the eye. This then provides a deck which, in spite of its large depth,

Figura 2.
Sección transversal del puente.
Figure 2.
Cross-section of the bridge.



SECCION DEL TABLERO
POR ARRANQUE DEL ARCO
ESCALA 1/50.
COTAS EN MS.

quiere así un aspecto externo de buche de pájaro, muy grato a la vista. El resultado de este planteamiento es un tablero que, pese a su canto importante, ofrece gran transparencia con el resultado final de ligereza óptica. A lo que contribuye, por supuesto, la fuerte pendiente de las almas laterales (figura 3).

4. SENTIDO DE LA PROPUESTA REALIZADA

Queríamos concebir un puente que, por ser el primero que va a encontrar el viajero que llegue a Roma desde Fiumicino, constituyera una puerta de entrada a la Ciudad. Pero nos preocupaba que esa puerta se resolviera con la máxima naturalidad, evitando cualquier espectacularidad innecesaria.

La solución arco elevado abrazando de un golpe la totalidad del cauce nos pareció muy clara desde el principio. Desde luego, en el plano estructural: Los puentes atirantados exigen tirantes de contrarresto y anclajes dorsales por fuera del puente, y pese a la proximidad a esta obra del Viaducto de la Magliana, construido por Morandi hace 30 años con tirantes de hormigón pretensado, les vemos un encaje más difícil con el paisaje y con las tradiciones urbanas e ingenieriles de Roma.

El arco supone siempre una solución de máxima naturalidad y, a diferencia de un puente atirantado, produce una solución autocontenida, a lo que hay que añadir la decisiva conexión cultural que posee con las bóvedas romanas y con la Historia que esa civilización protagonizó en toda la cuenca mediterránea.

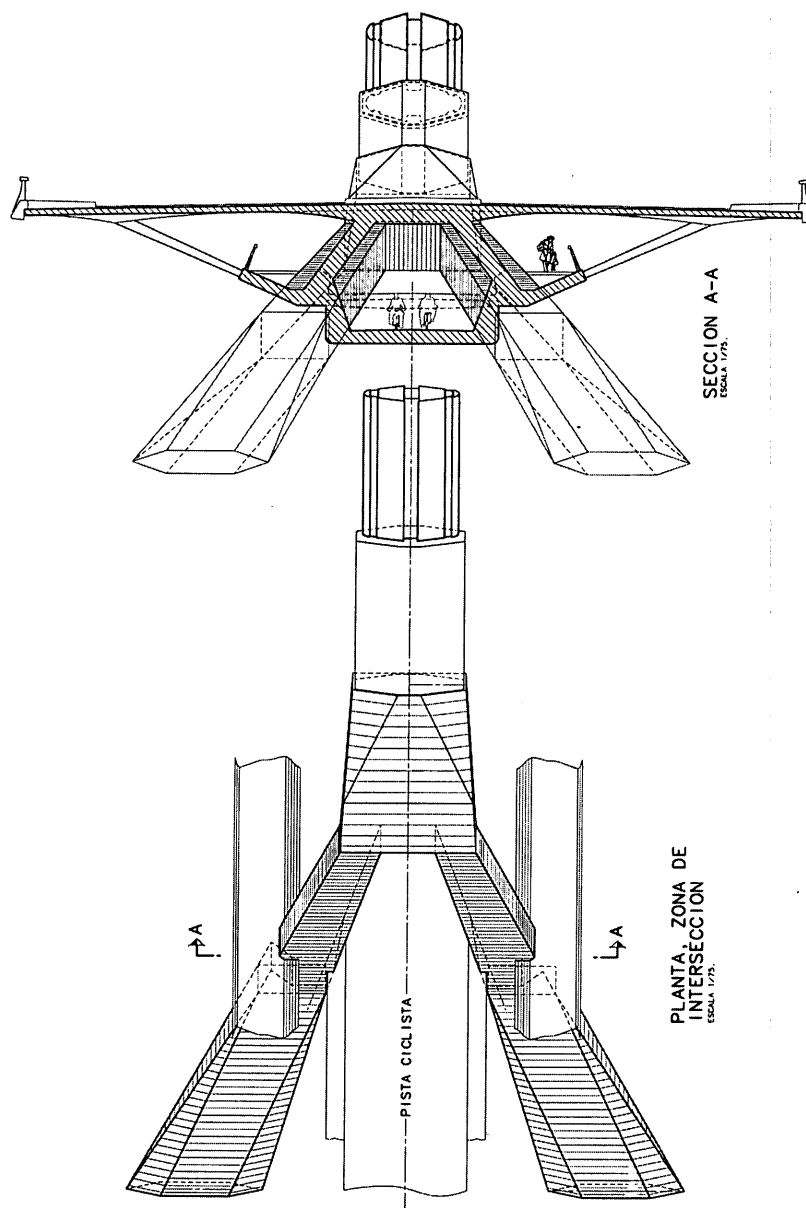


Figura 3. Zona de intersección del tablero con el arco.
Figure 3. Zone of intersection of the deck and the arch.

is very transparent and with a slender optical appearance. This slenderness is further enhanced by the strong lean of the lateral webs (fig. 3).

4. REASONING BEHIND THE PROPOSAL

We wanted to design a bridge which would serve as an entrance gate to the City, as this is the first bridge that the traveller meets when arriving from Fiumicino. However, we were concerned that this bridge should be as natural as possible and avoid any unnecessary spectacularity.

An elevated arch solution, which totally engulfed the riverbed, appeared to be the optimum solution from the very outset. When considering the possible bridge types, a cable-stayed bridge would

have required counter-weighted stays and anchorage beyond the bridge, and in spite of the proximity to this bridge of the viaduct of the Magliana, designed by Morandi thirty years ago with prestressed concrete stays, we felt that this type of bridge did not blend in so well with its surroundings and traditional Roman town planning and engineering.

The arch is always the most natural solution and, as opposed to a cable-stayed bridge, produces a self-contained solution, which bears a strong cultural nexus with the Roman arch and with the history of Roman civilization throughout the Mediterranean.

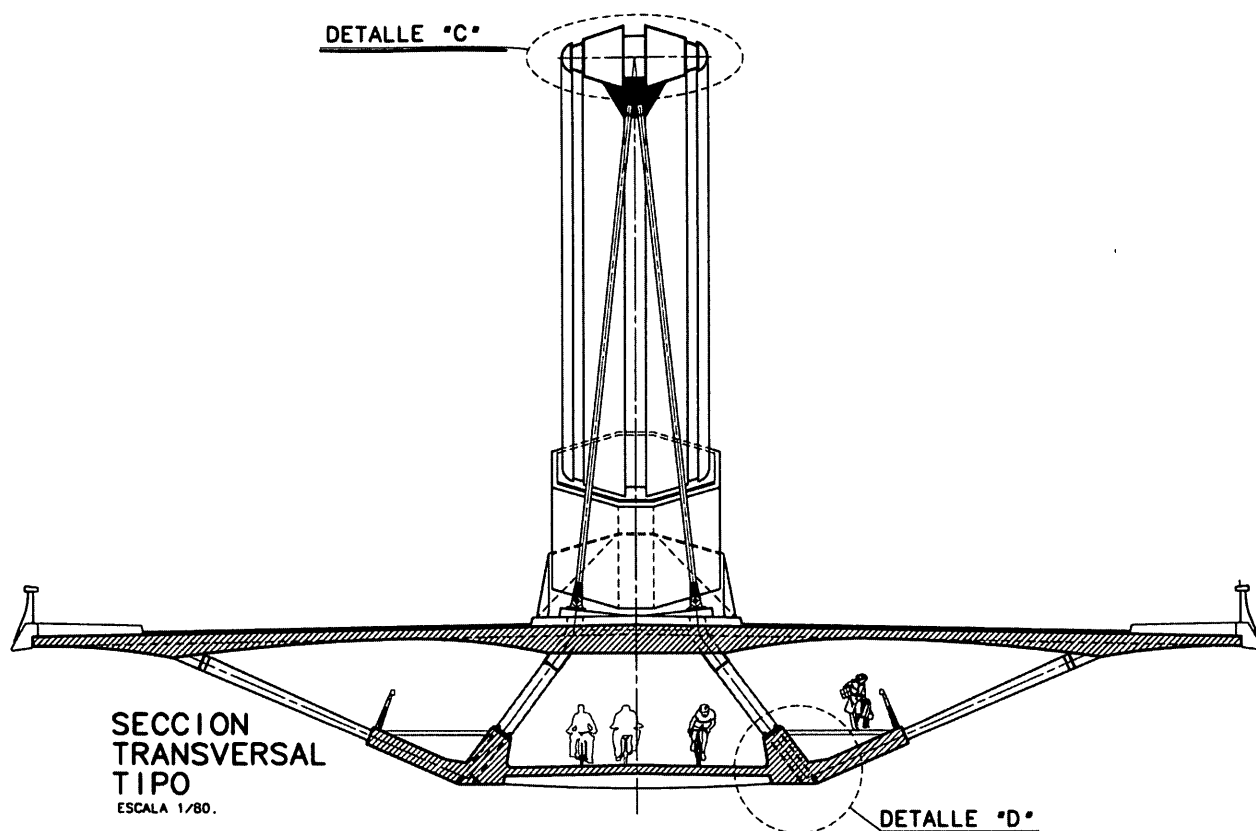


Figura 4:
Detalles
estructurales
de la sección
tipo.
Figure 4.
Structural
details of the
typical cross
section.

5. DETALLES ESTRUCTURALES

La figura 4 muestra la sección transversal del tablero donde se distingue el zócalo de hormigón que da nacimiento al arco de acero estructural con sección ovalada y rehundidos en sus superficies superior e inferior, así como las parejas de tubos en A mayúscula que desempeñan el papel de péndolas. Se aprecia cómo esas péndolas acometen a los aristas del tablero que son intersección de la tabla superior y de las almas internas, de modo que las fuerzas de suspensión se transportan desde el fondo del tablero hasta el mismo arco.

La sección del tablero está compuesta por una gran tabla superior de hormigón, con recrecidos locales que crean bandas transversales de mayor rigidez a las que acometen los nudos de las celosías que componen tanto las almas internas como las externas, más una tabla inferior concebida para un buen encaje geométrico y mecánico de esas almas trianguladas.

Las diagonales de las triangulaciones internas están por tanto sometidas a esfuerzo axial de tracción y se han planteado de acero estructural, cosido con barras de pretensado al fondo de hormigón del tablero (figura 5). En su parte superior se busca una transmisión directa de los axiles de tracción a las chapas de anclaje de los tubos-péndola.

5. STRUCTURAL DETAILS

Figure 4 shows the cross-section of the deck and the concrete bed supporting the oval sectioned steel arch which grooves on its upper and lower faces, together with the pairs of "A" shaped tubes which take on the role of suspension cables. It may be noted that these suspension stays meet the axis of the deck at the intersection between the upper deck and the internal webs, so that the suspension forces are then transferred from the base of the deck to the arch itself.

The deck cross section is composed of a large upper concrete deck with local depth increases, which create transversal strips of greater stiffness and which, in turn, house the ends of the framework composed by both the external and internal webs. The section then includes a lower deck that serves as both a geometrical and mechanical intersection for these triangulated webs (fig. 4).

The diagonals of the internal triangulations are subsequently subject to tensile axial force and are formed in structural steel tied with prestressed bars to the bottom of the concrete deck (Fig. 5). At the upper part the tensile axial stresses are transferred to the anchor plates of the suspension stay tubes.

La figura 6 muestra un detalle de sección longitudinal del extremo del puente. Que permite apreciar el arco naciente de hormigón desde el terreno (1), la macla que el arco forma en su cruce con el tablero (2), el zócalo emergente (3,4) y el arco volado de acero (5). La triangulación interna ha pasado a ser más robusta y de hormigón para hacer frente a los mayores esfuerzos de torsión en esta zona del tablero.

Se muestra con claridad la variación local del canto del tablero que permite que los peatones dispongan de altura libre en la zona de la macla. También el anclaje vertical extremo del tablero que se logra enlazándolo mediante un par de pantallas verticales a un cajón de grandes dimensiones excavado en el suelo y relleno de tierra. Una pantalla única hubiera debido situarse en el eje de apoyo impidiendo el acceso de los ciclistas al espacio central bajo el tablero, aunque con la solución de doble pantalla haya que resolver el hueco que obligadamente hay que respetar en la pantalla interior.

Se aprecia cómo, al fin, con sólo cimentaciones compuestas por pilotes verticales podemos lograr una configuración de gran arco atirantado por el tablero. ■

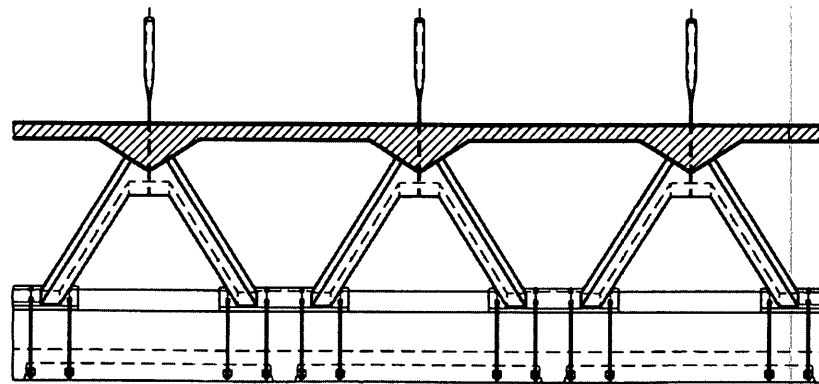


Figura 5: Detalle longitudinal de las triangulaciones de acero.
Figure 5. Truss made up with steel diagonals.

is formed in concrete in order to resist the greater torsional stresses at this part of the deck.

The figure clearly shows the local variation in the deck depth, which provides greater free height for pedestrians in the area of the "lozenge". It is also possible to see the vertical anchorage at the end of the deck, the deck slab being connected by a pair of diaphragm walls to a large earth-filled box foundation excavated in the soil. A single connecting wall should have been placed at the axis of the support, thereby preventing cyclists from entering the central area below the deck, though the double wall solution does make it necessary to solve the question of the void left between the inner walls.

As such, and purely relying on foundations composed of vertical piles, it is then possible to form a large arch which is braced by the deck. ■

Figura 6: Sección detalle del extremo del puente.
Figure 6. Detail of the end zone of the bridge.

