

«Arco de Cristal»

[“Glass Arch”]

Autor del Proyecto/Authors: MC-2 Estudio de Ingeniería

Julio Martínez Calzón

Juan Jesús Álvarez Andrés

Colaborador/Collaborator: Nilo Lletjós Masó (IOC)

Propiedad/Owner: ACESA

(Autopistas Concesionaria Española, S.A.)

Constructor/Constructor: FCC

RESUMEN

Para hacer manifiesto el lugar en el que el Meridiano Cero de Greenwich cruza la Autopista A-2, y como signo especial que proporcione un punto de referencia y singularidad en el monótono tramo de Autopista en el que se ubica, pero que no diera lugar a posibles desajustes de los conductores por el empleo de elementos excesivamente formalísticos, se planteó la realización de un arco circular de “cristal”, constituido por una estructura interna de hormigón armado, envuelta mediante vidrios serigrafiados y completado con una iluminación intensa propia de carácter muy homogéneo, que marca también en la noche la presencia buscada.

Esta obra de carácter alegórico, que tiene como objeto poner de manifiesto el cruce de la Autopista A-2 con el Meridiano Cero o Meridiano de Greenwich, se sitúa en las cercanías de Bujaraloz (Zaragoza) en el km 216,194 de dicha autovía.

Se trata de un arco de directriz circular de una luz de 60 m y canto total aparente de 1,60 m, que cruza sesgadamente la autopista para estar contenido precisamente en el plano del citado Meridiano de Greenwich.

La sección transversal tiene forma de diamante, con sus superficies laterales exteriores de cristal serigrafiado y las superiores metálicas pintadas en color plateado. En el interior de la sección se alberga el elemento resistente biempotrado de hormigón armado de sección transversal trapecial, y cámaras laterales e inferiores, en las cuales se sitúan las luminarias adecuadas para destacar su presencia de noche.

Esta configuración de arco de directriz sencilla se adapta apropiadamente al concepto o idea que quiere reflejar el monumento evocativo, sin provocar en la Autopista un efecto muy señalado o perturbador que pudiera poner en riesgo el tráfico viario. Es decir, se consideró como premisa básica el que la incidencia del monumento fuera lo suficientemente

ABSTRACT

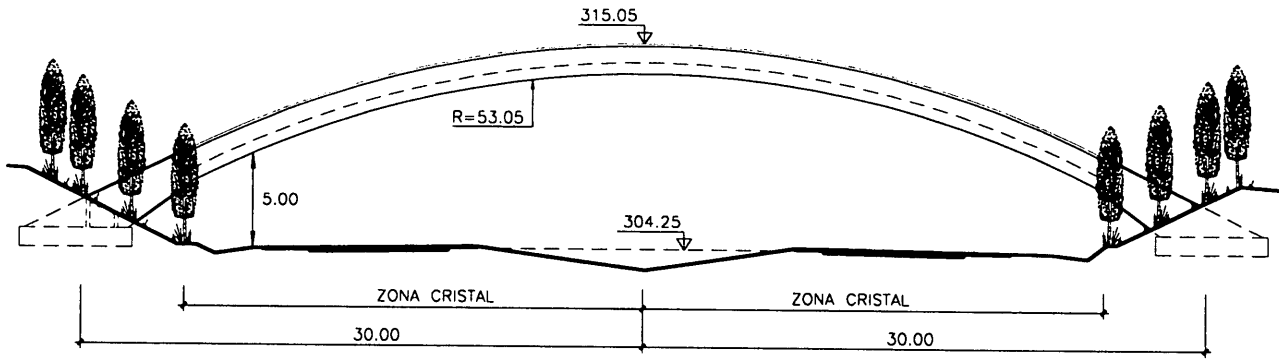
The structure has been designed to mark the spot where the Greenwich Meridian crosses the A-2 Motorway, and to serve as a unique point of reference on the rather monotonous stretch of motorway in which it is set. In order to prevent any possible distraction to motorists by an excessively formal structure, the design considered a circular “glass” arch made up of a reinforced concrete internal structure and covered with screen printed glass and completed with its own intense and very uniform lighting which would indicate the spot at both day and night.

This structure of allegorical nature indicates the crossing of the Greenwich Meridian with the A-2 motorway, in the outskirts of Bujaraloz (Zaragoza) on km 216.194 of the said motorway.

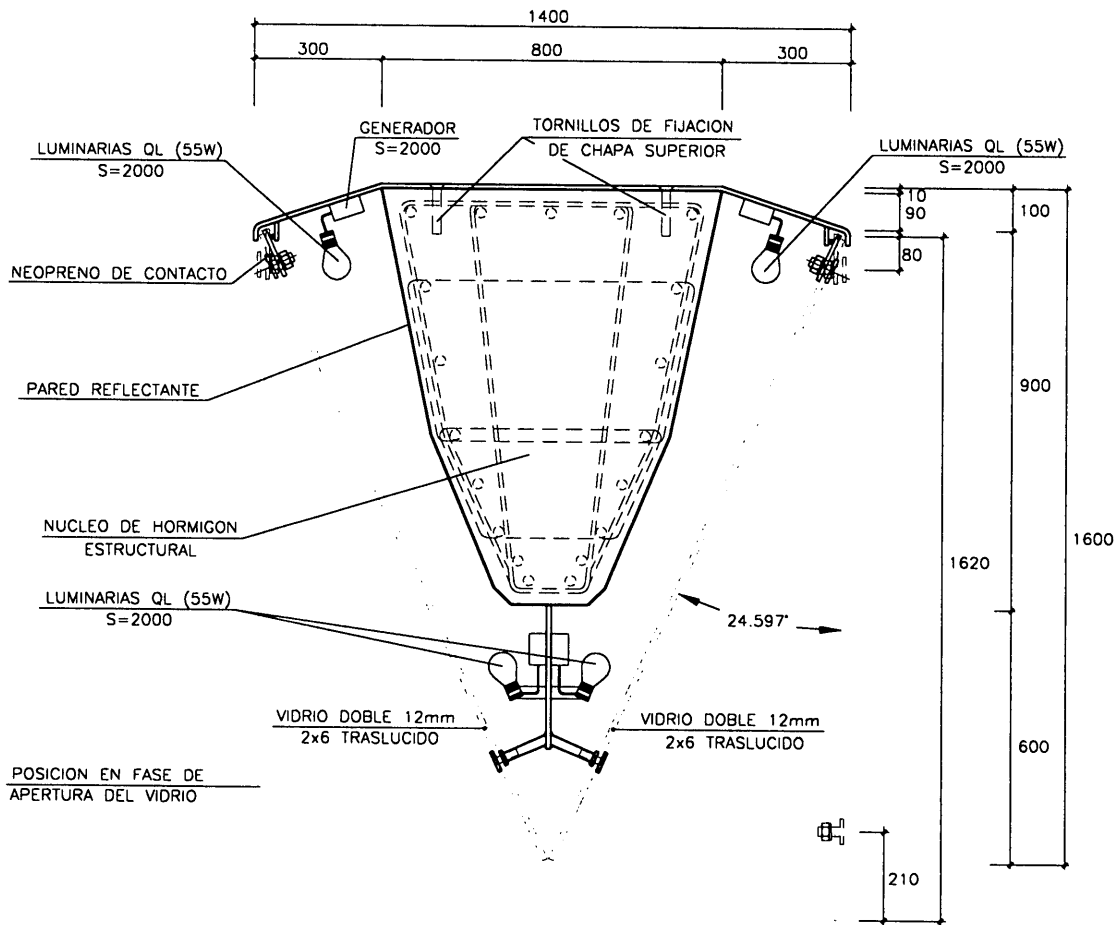
The structure is formed of a 60 m span circular directrix arch with a total apparent depth of 1.60 m, and diagonally crosses the road in order to keep in line with the plane of the Greenwich Meridian.

The cross-section is in the shape of a diamond, the lower outer sides being formed of screen printed glass and the upper external faces being covered with silver painted steel plating. The interior of the section houses a trapezium cross-sectioned reinforced concrete supporting element and side and lower voids for the lighting equipment in order to illuminate the structure at night.

This layout of a simple directrix arch suitably adapts to the concept or idea which the monument wishes to evoke, without causing a very marked or disturbing effect on the Motorway which might pose a risk to road traffic. That is to say, that the basic premise of the monument was to serve as a monument that was sufficiently attractive to break the monotony of driving in the area and to evoke the concept



ALZADO



SECCION TIPO

Figura 1. Alzado y sección.
Figure 1. Elevation and section.

atractiva para romper la monotonía de la conducción de la zona y resaltar el concepto que se pretendía señalar pero, a la vez, que fuera de carácter sencillo y de fácil y rápida comprensión, de manera que su efecto no provoque alteraciones sensibles, por pérdida de atención de los conductores, que puedan dar lugar a situaciones desfavorables de la seguridad viaria.

El aspecto exterior del arco ofrece una presencia suave y atractiva, tanto a la luz del día en la que presenta un color blanquecino-verdoso producido por los paneles de vidrio a los que se les aplica un tratamiento interior de tipo serigráfico para hacerlos traslúcidos; como en la noche, en la que la luz interior proporciona una tonalidad blanco-marfiléa alabastrina, que quiere reflejar una visión de la luz de universo estelar, al cual, en cierta manera, están vinculados idealmente todos los sistemas de referencia geográficos o astronómicos para modular el planeta y la bóveda celeste.

El sistema de acristalamiento oculta la estructura del arco excepto en sus arranques, en los que en sus últimos 1,6 m de longitud se disponen piezas de hormigón armado de formas especiales y superficies alabeadas de transición entre la sección tipo y la sección de empotramiento para conseguir de esta manera una protección de carácter antivandálico que evite la posible escalada por el trasdós del arco. Aunque la distorsión adoptada en dichas zonas altera de manera sensible la serenidad del conjunto que se pretendía inicialmente, se ha considerado plenamente asumible para evitar eventuales problemas que, de otra forma, podían suscitarse.

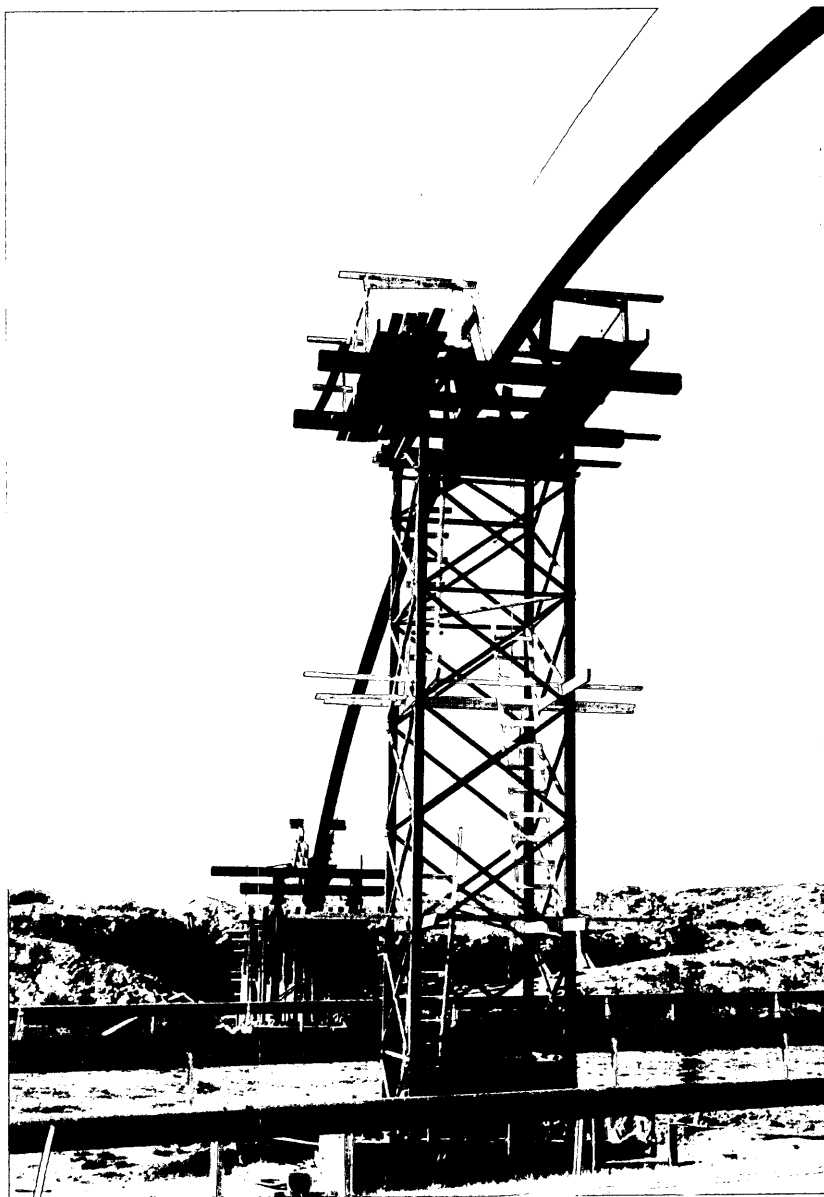


Figura 2. Montaje de los semiarcos de hormigón armado.
Figure 2. Assembly of reinforced concrete semi-arches

of a Meridian, but one which was simple, quick and easy to comprehend so that it would not cause notable disturbances or distraction to drivers which could impair road safety.

The external appearance of the arch is smooth and attractive, both in daylight, when it gives off a whitish-greenish colour which is produced by the glass panels which have been internally treated with a screen effect to make them translucent, and at night time, when the internal lighting produces a white-ivory alabaster tone which attempts to reflect a vision of starlight, which to a certain degree is connected to all systems of geographical or astronomical reference in order

to modulate the planet and the celestial vault.

The glazing system conceals the whole structure of the arch except at its base, the final 1.6 m length of each end of the arch being formed by special shaped reinforced concrete with warped transitional surfaces between the standard section and the embedded section in order to offer protection against vandalism and to prevent the outside of the arch from being climbed. While the distortion adopted in the said areas noticeably affects the intended harmony of the assembly, this had to be carried out in order to prevent any problems which may otherwise have occurred.

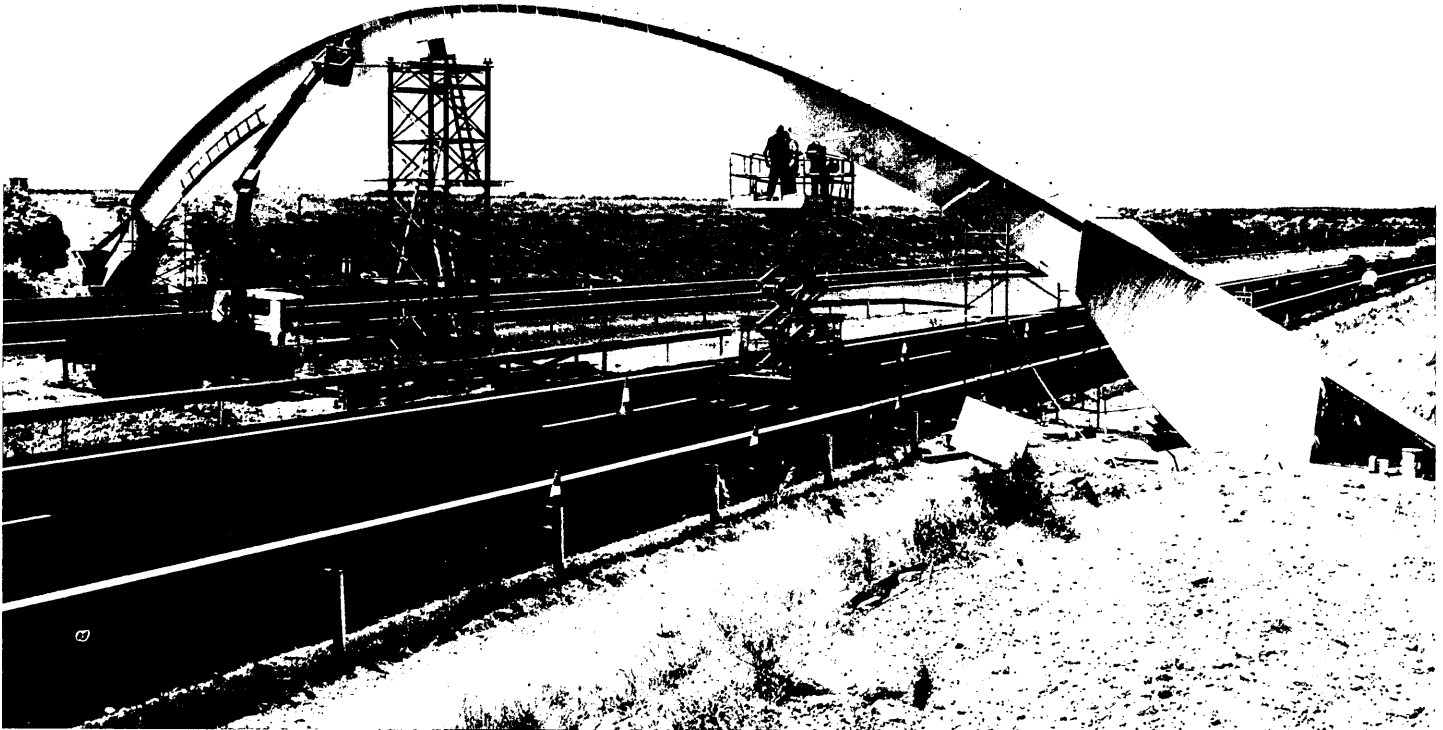


Figura 3. Colocación de la superficie acristalada. Figure 3. Placing of glass panels.

1. DESCRIPCION Y JUSTIFICACION GENERAL DE LA SOLUCION ADOPTADA

El "Arco de Cristal" está constituido básicamente por un elemento de directriz circular cuyo eje longitudinal aparente presenta un radio de unos 54 m., y una luz entre puntos de arranque en las caras superiores de las cimentaciones de 60 m. La altura de la clave en dicha directriz referida a sus arranques es de 9 m aproximadamente.

El punto superior del arco sobre la calzada de la autopista se eleva 10,80 m; y su borde inferior 9,20 m, ya que el espesor aparente o canto total del arco es de 1,60 m.

Esta geometría permite que en los bordes externos de la calzada el gálibo libre bajo el arco sea de 5 m, para evitar cualquier posible tipo de impacto de los vehículos circulantes.

La anchura del lado superior es de 1,40 m y está formada por una chapa de acero de 10 mm de espesor, que se fija mediante tornillos al núcleo resistente de la pieza.

Las superficies laterales están constituidas por cristales dobles de vidrio templado antirreflexivos de 6 mm de espesor,

1 DESCRIPTION AND GENERAL JUSTIFICATION OF THE ADOPTED SOLUTION

The "Glass Arch" basically consists of a circular directrix element, the apparent longitudinal axis of which giving a radius of 54 m, and a span between the upper face of the footings of 60 m. The key of the arch on the said directrix is some 9 m above the base.

The highest point of the arch is set 10.80 m over the motorway and the lower band is set at 9.20 m, the apparent thickness or total depth of the arch being 1.60 m.

This geometry means that at the road edges the free height below the arch is 5 m in order to prevent any possible collision with passing vehicles.

The upper face of the arch is 1.40 m wide and is formed by 10 mm thick steel plate which is fixed by bolts to the core of the supporting section.

The lateral side faces are formed of 6 mm thick double glazed tempered anti-reflection glass of 1.60 m depth.

de una altura de 1,60 m. Estas dimensiones son perfectamente apropiadas para el empleo de vidrios comerciales no especiales.

A dichos cristales se les aplica, en su superficie interior, una serigrafía en color blanco que, permitiendo una mejor difusión homogénea de la iluminación interior, evita la visión directa de las luminarias y equipos interiores necesarios para la iluminación nocturna, y así en todo momento se logra el efecto buscado de tonalidad blanco-lechosa que recuerde la luz estelar.

La sección transversal incluye en su interior tres elementos fundamentales:

- ▼ 1) La sección resistente de hormigón armado, formada por un trapecio invertido, de 1 m. de altura o canto de la sección, base mayor de 0,8 m de anchura, coincidente con la superficie superior de la pieza, y base inferior de 0,4 m.
- ▼ 2) El sistema de iluminación, constituido por luminarias especiales tipo QL de 55 w y muy alto rendimiento, durabilidad y garantía, reducen al mínimo el mantenimiento sistemático de este sistema.
- ▼ 3) Los elementos de sujeción y fijación inferiores, en conjunto con la chapa exterior superior, permiten la colocación de los equipos de iluminación y, lo que es más importante, la fijación de las dos superficies de cristal que cierran la pieza.

Este sistema permite, retirando los tornillos de fijación que cada vidrio lleva en su borde inferior, que cada cristal bascule libremente alrededor de las bisagras existentes previstas en el borde superior, hasta situarse en su posición de equilibrio en el plano vertical. De esta forma, se permite acceder al interior del arco en cualquier punto y con plena seguridad para llevar a cabo todo tipo de operaciones de reparación o mantenimiento del equipo sistema de iluminación.

Las condiciones de la sección son ideales a los siguientes efectos:

- ▼ Eliminación inmediata del agua de lluvia, con rápida limpieza de sus superficies tanto por sí misma, aprovechando el viento, como en el caso de conservación periódica.
- ▼ Reducción de las acciones del viento sobre la estructura.
- ▼ Mínima incidencia sobre los conductores de la posibilidad de reflejos solares o de los faros, no sólo por el carácter antirreflexivo previsto en los vidrios, sino por el ángulo de disposición de los mismos. Solamente se vería afectada una franja muy estrecha y con dirección muy vertical la mayor parte del día; en las fases de salida y puesta del sol, dicha franja se sitúa a unos 15 m del plano del arco y con una anchura de unos 3 m, que representa un simple instante en su cruce.

Finalmente, en ambos arranques del arco se dispone la plantación de sendos grupos de siete cipreses que los envuel-

These dimensions are perfectly suitable for the use of commercial and non-specialist glass.

A white screen print was applied to the internal face of the glass panels in order to provide a more uniform diffusion of the interior illumination, and to conceal the view of the lamps and internal equipment necessary for night lighting, and in an attempt to create the effect of a milky-white tone similar to that of starlight.

The internal cross-section contains three fundamental elements:

- ▼ 1 *The reinforced concrete cross-section, formed by an inverted trapezium of 1 m high or deep, with a longer upper base of 0.8 m, coinciding with the upper face of the arch, and a lower base of 0.40 m.*
- ▼ 2 *The lighting system, made up of special and very high performance, long lasting QL 55w lamps, which reduces the regular maintenance of the system down to a minimum.*
- ▼ 3 *The interior holding and fixing elements which, together with the upper external plating, allowed the placing of the lighting equipment and, even more importantly, the holding of the two glass surfaces enclosing the arch.*

On the removal of the fixing bolts on the lower edge of each glass panel, the panel swings freely on its hinges set on the upper edge, until balancing into a vertical position. In this way any part of the interior of the arch may be easily and safely accessed in order to carry out any repairs or maintenance to the lighting system.

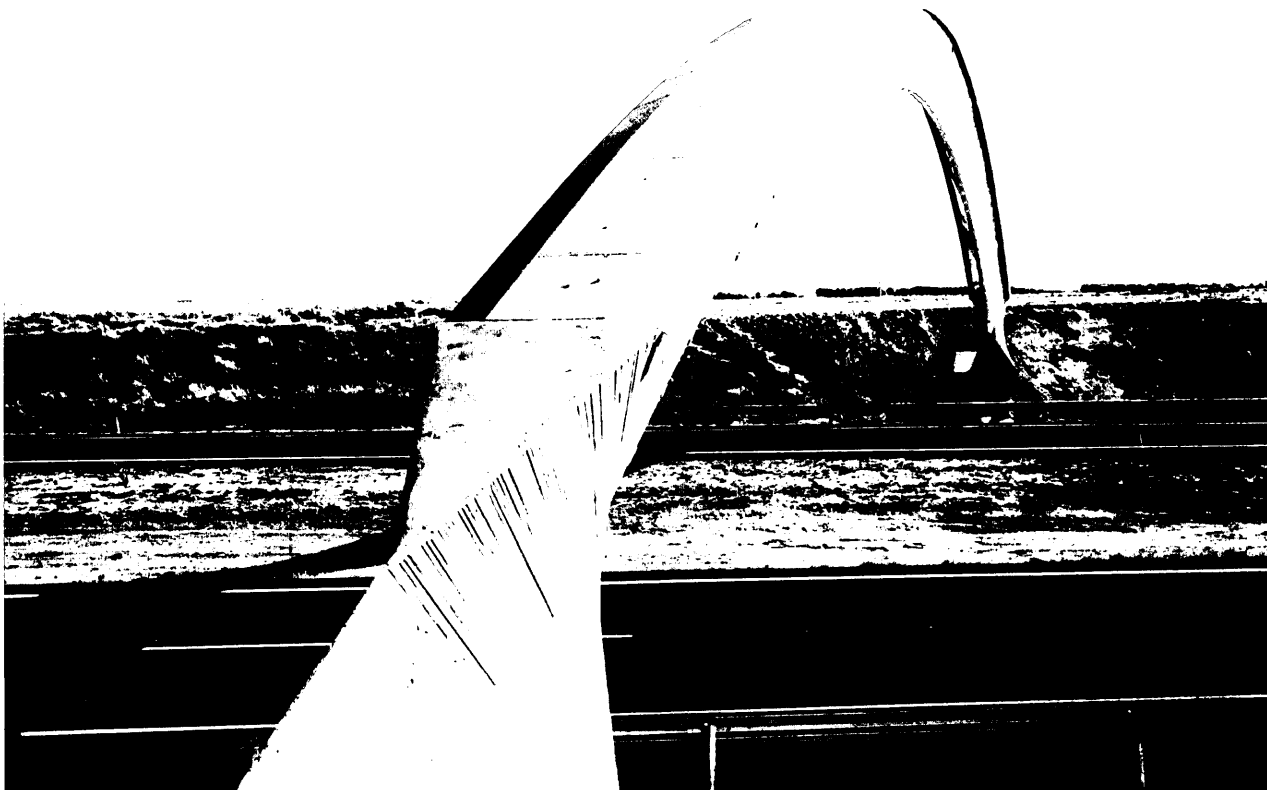
The section arrangement is ideal for the following effects:

- ▼ *The immediate elimination of rain water and the easy cleaning of the surfaces, either automatically and through wind action or during periodical maintenance.*
- ▼ *Reduction of wind action on the structure*
- ▼ *Minimum disturbance to motorists by sun or headlight reflection, due to the anti-reflection glass panels and the angle of the same. Only one very narrow strip is affected by glare and this is in a very vertical direction during the greater part of the day; at sunrise and sunset this strip is set some 15 m from the line of the arch and is some 3 m wide and, therefore, only represents a simple instant in passing.*

Finally, both bases of the arch are surrounded by group of seven cypress trees which wrap the emerging



Figura 4.
Vistas del
arco
terminado.
Figure 4.
Views of
the finished
arch.



ven, arropando el surgimiento del arco y confiriendo al conjunto una visión adicional de gran vinculación cultural con el ámbito y pensamientos clásicos del Mediterráneo.

Se han dispuesto en ambos márgenes de la Autopista oportunos carteles para que los automovilistas perciban la motivación que el arco representa.

2. DESCRIPCIÓN DEL RECUBRIMIENTO DE VIDRIO Y SUJECIÓN DEL MISMO EN LA ZONA CRISTALINA

Como se ha dicho, las superficies de las dos caras laterales del arco en su zona central están formadas por 51 vidrios laminados planos dobles de 6 mm de espesor, 12 mm en conjunto, tipo CRISUNID 66/2 BUTYRAL traslúcido, de dimensiones medias de 1,6 m de alto y 1 m de largo, con una forma ligeramente trapecial, para acomodarse con precisión al desarrollo del arco.

La diferencia entre el borde curvo ideal y la poligonal inscrita que esta modulación determina es del orden de 2,4 mm., prácticamente inapreciable.

Cada cristal está sujeto al arco por 4 tornillos de acero inoxidable, así como sus correspondientes tuercas y arandelas, junto con las apropiadas láminas de neopreno para garantizar un adecuado reparto y fijación de las posiciones de apriete.

3. PROCESO CONSTRUCTIVO

La ejecución de la estructura se llevó a cabo mediante el empleo de un proceso de semiprefabricación que permitió una gran simplicidad en su realización.

▼ En primer lugar, se realizaron in situ las zapatas de cimentación y zonas de arranque de los arcos hasta el cambio de sección en el que da comienzo la parte cristalina; incluyendo en el frente de esta sección las oportunas esperas de unión a las piezas del arco propiamente dichas.

▼ Simultáneamente se realizaban las dos piezas prefabricadas de hormigón armado de 22,75 m de longitud que constituyen las dos partes o semiarcos de sección trapecial, descontadas las longitudes de las zonas de continuidad y solape de armaduras.

▼ Ambos semiarcos se posicionaron sobre torretas de apeo provisional situados junto a los arranques y sobre una torre central, situada en la mediana de la autopista, y que incluía una plataforma superior de trabajo para realizar las tareas de ferrallado, encofrado y hormigonado de continuidad de la clave.

▼ La estructura se completó con el hormigonado in situ de dichas zonas de continuidad en clave y arranques. ■

arch and provide it with an additional perspective and one which is firmly linked to its Mediterranean setting.

On both sides of the Motorway there are signs informing the oncoming motorist of what the arch is meant to represent.

2. DESCRIPTION OF THE GLASS COVERING AND FIXINGS

As we have already indicated, the surfaces of the two lower side faces of the arch are formed by 51 flat double glazed 6 mm laminated panels, 12 mm thick in total, of CRISUNID 66/2 BUTYRAL translucent glass, with an average size of 1.6 m high by 1 m wide, with a slightly trapezium form in order to adjust to the line of the arch.

The difference between the ideal curve edge and the inscribed polygon formed by this modulation is around 2.4 mm, which is practically unnoticeable.

Each glass panel is fixed to the arch by 4 stainless steel fasteners with their corresponding nuts and washers and with suitable neoprene layers to ensure adequate distribution and fixing of the holding points.

3. CONSTRUCTION PROCESS

The structure was erected using a semi-prefabrication process which made it very simple to carry out.

▼ *First, the footings and the arch bases were made in-situ, up to the point of the change in section where the arch would be glazed, and including at the head of this section all the corresponding connection pieces to receive the arch.*

▼ *Simultaneously, work began on the two 22.75 m long prefabricated reinforced concrete sections which constituted the two bridging sections or semi-arches of the assembly, in addition to the projecting areas and the reinforcement overlap.*

▼ *Both semi-arches were positioned on provisional propping towers set beside the bases of the arch and on a central tower set in the central reservation of the motorway, and which included a upper working platform to carry out the plating work, shuttering and concreting of the arch key.*

▼ *The structure was complete with the in-situ concreting of the said continuation areas at the base and key of the arch. ■*