



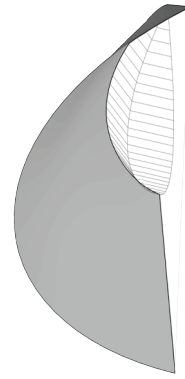
Escuela Técnica Superior  
de Ingeniería de Edificación

PFG\_Científico\_Técnico\_Junio 2011

Alumna\_Zaira Burguera Gomez

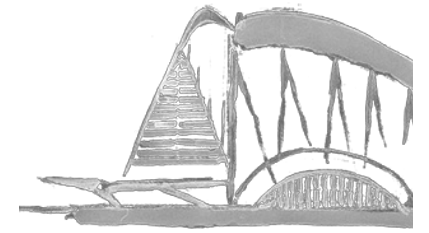
Tutores

Francisco J. Sanchis Sampedro  
Rafael J. Ligort Tomás



# Análisis Geométrico, Estructural y Constructivo Puerta de Acceso al Museo Príncipe Felipe





ZAIRA BURGUERA GOMEZ

# 1

## Introducción

1.1 Santiago Calatrava Valls

1.2 El Movimiento

1.3 Ciudad de las Artes y las Ciencias

# 2

## Acceso al Museo Príncipe Felipe

2.1 Localización.

2.2 Análisis Arquitectónico

2.3 Análisis Geométrico

2.4 Análisis Constructivo

2.5 Análisis Estructural

# 3

## Conclusiones

3.1 Conclusiones

# 4

## Bibliografía

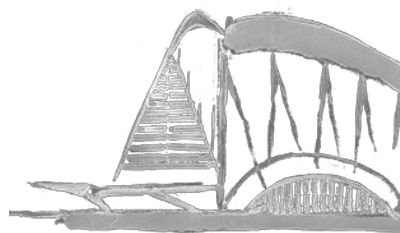
4.1 Libros Consultados

4.2 Empresas Consultadas

4.3 Páginas Web Consultadas

# Índice

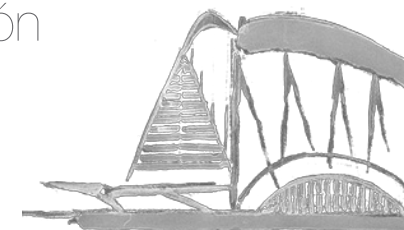




ZAIRA BURGUERA GOMEZ

# introducción

1



# 1.1 Santiago Calatrava Valls

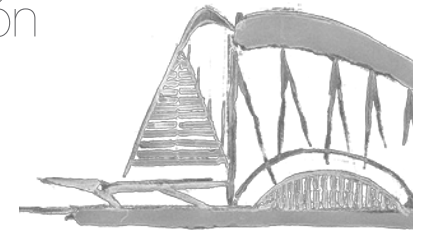
Santiago Calatrava consigue en tan sólo medio siglo de vida, alcanzar la fama por sus construcciones de edificios, puentes y esculturas. Además ha recibido reconocimientos internacionales por su obra, la cual se caracteriza por la originalidad, el tratamiento orgánico de las formas, y por la innovación técnica y estética.

Considerado como uno de los arquitectos más creativos del momento, sus diseños tienen un aire futurista. Sus amplios conocimientos de ingeniería le han permitido especializarse en el diseño de grandes estructuras, entre las que destacan sus puentes.

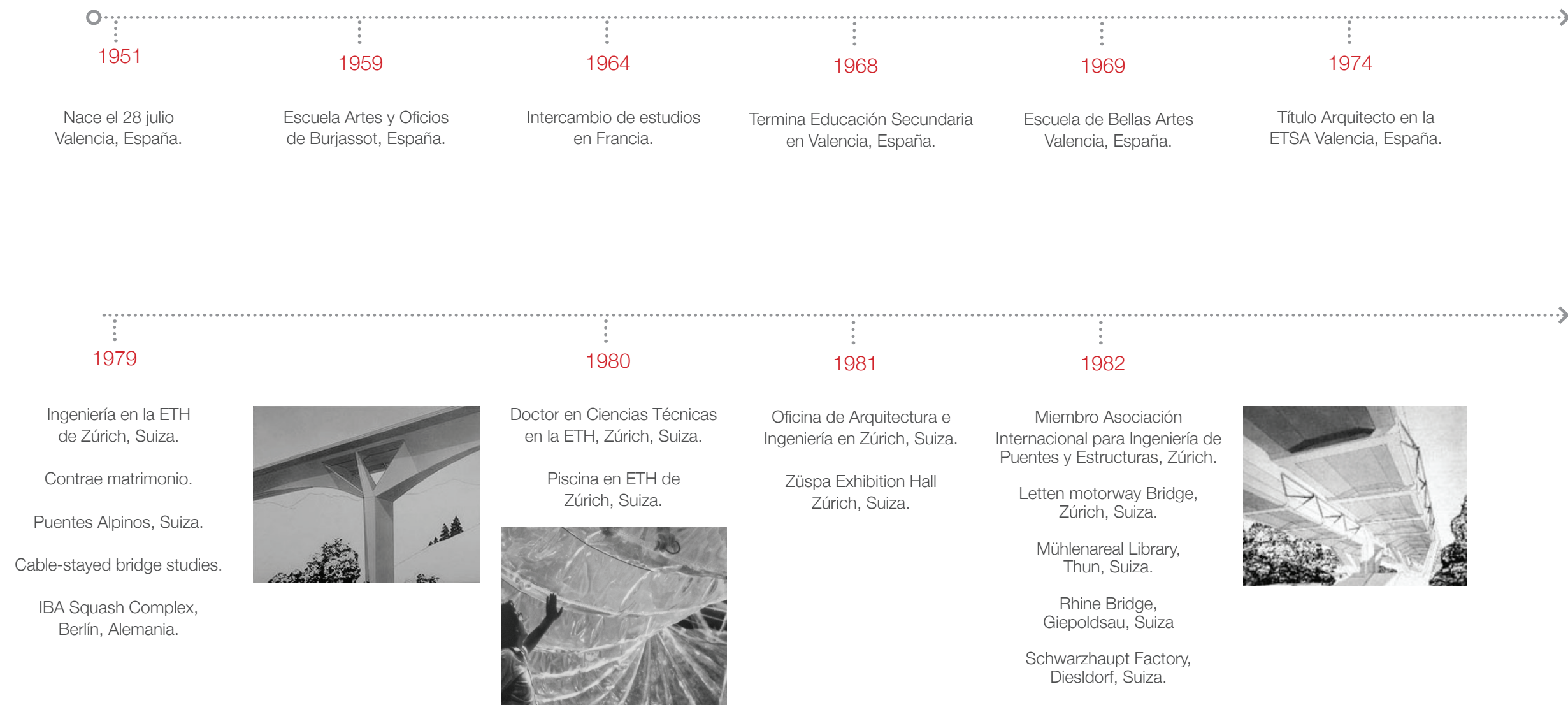
Es muy fácil identificar una obra de Santiago Calatrava por cualquier parte del mundo, ya que el blanco de la mayor parte de sus obras lo hacen un artista realmente inconfundible. Calatrava ha estado ciertamente influenciado por otros artistas importantísimos de talla mundial a lo largo de toda la historia, como Miguel Ángel Buonarroti (1.475-1564) o Gaudí (1.852-1.926), de hecho, a Calatrava le ha influido totalmente el Renacimiento Italiano, u otros artistas importantes como el escultor Rodín, o pintores como Matisse o Picasso, aunque ha habido muchos otros, ha conseguido lograr un estilo propio.

Además de su reconocido trabajo como arquitecto e ingeniero desarrollado en numerosos países, ha realizado también una destacada labor docente, como profesor del Instituto de Estática de la Construcción en Zúrich. Ha demostrado que no ha dejado de trabajar e investigar de una forma autodidacta para encontrar “el porque de las cosas”.



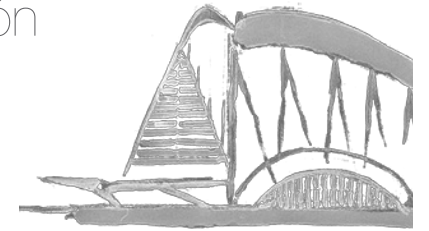


# Biografía de Santiago Calatrava



# 1 introducción

.1 Calatrava



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

1983

Baumwollhof Balcony,  
Zúrich, Suiza.

Thalberg house Balcony  
Extension, Zúrich, Suiza.

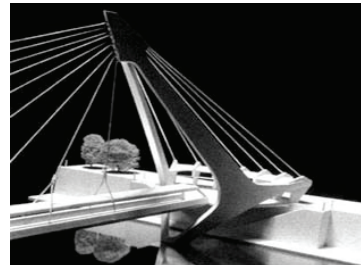


1984

Jakem Warehourse,  
Münchwilen, Suiza.

Puente Caballeros,  
Lérida, España.

De Sede Collapsible Exhibition  
Pavilion, Zúrich, Suiza.



1985

Ernsting's, Coesfeld-  
Lette, Alemania.

PTT Postal Centre Canopy,  
Lucerna, Suiza.

St. Fiden Bus Shelter,  
St. Gallen, Suiza.

Dobi Office Building,  
Sugr, Suiza.

Exposición de su trabajo, con  
nueve de sus esculturas, en  
una galería de arte de Zúrch.

Feldenmoos Park  
& Ride Footbridge,  
Feldenmoos, Suiza.

Station Square Bus  
Terminal, Lucerna, Suiza.



1986

Señales de Tráfico Avda  
Diagonal, Barcelona, España.

Raitenau Overpass,  
Salzburgo, Austria.

St. Gallen Music School  
Concert Room, St.  
Gallen, Suiza.



1987

Puente Bach de Roda-Felipe  
II, Barcelona, España.

Blackbox Television  
Studio, Zúrich, Suiza.

Tabourettli Theatre,  
Basilea, Suiza.

Miembro de la BSA (Unión  
de Arquitectos Suizos)

Cable-stayed bridge studies.

IBA Squash Complex,  
Berlín, Alemania.

Miembro de la Academia  
Internacional de  
Arquitectura, Sofía.

Premio Auguste Perret  
de la Unión Internacional  
de Arquitectos.

Banco Exterior, Zúrich, Suiza.

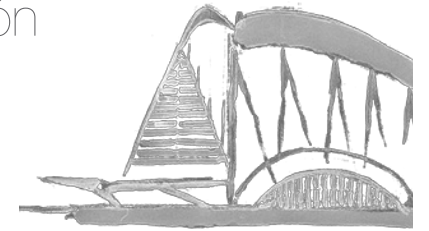
Estación metro Basarrate,  
Bilbao, España.

Cascine Footbridge,  
Florencia, Italia.

Puente de Pontevedra,  
Pontevedra, España.

Thiers Pedestrian Bridge,  
Thiers, Francia.





1988

Wohlen Highschool Roofs and Hall, Wohlen, Suiza.

Bäremnatte Community Centre, Suhr, Suiza.

Puente 9 d'Octubre, Valencia, España.

Oudry-Mesly Footbridge, Créteil-París

Bauschänzli Restaurant, Zúrich, Suiza.

Torre de Telecomunicaciones de Collserola, Barcelona, España.

Puente Gentil, París, Francia.

Puente peatonal y estación Leimbach, Zúrich, Suiza.

Pré Babel Sports Centre, Ginebra, Suiza.

Wettstein Bridge, Basilea, Suiza.

Premio de Arte Ciudad de Barcelona. (Puente Bach de Roda-Felipe II)

Premio de la Asociación de la Prensa, Valencia.

Premio IABSE, Helsinki.

Premio FAD, España.

Premio Fritz Schumacher de Urbanismo, Arquitectura e Ingeniería.



1989

Oficina de Arquitectura e Ingeniería en París, Francia.

Miembro Honorario de la BDA (Bund Deutscher Architekten).

Lucerne Station Hall, Lucerna, Suiza.

Bahnhofquai Tram Stop, Zúrich, Suiza.

HC-91 Floating Concrete Pavilion Lake, Lucerna, Suiza.

Puente Gran Vía, Barcelona, España.

Puente de Miraflores, Córdoba, España.

Muri Cloister Old Age Home, Muri, Suiza.

Port Lune Swingbridge, Burdeos, Francia.

1990

Port de la Lune Swingbridge, Burdeos, Francia.

Reuss Footbridge, Flüelen, Suiza.

Swissbau Concrete Pavilion, Brasilea, Suiza.



Estación de Stadelhofen, Zúrich, Suiza.

Belluard Castle Theatre, Friburgo, Suiza.

East London River Crossing, Londres, Reino Unido.

New Bridge Over The Vecchio, Córcega, Francia.

Spiitfields Gallery, Londres, Reino Unido.

Médaille d'Argent de la Recherche et de la Technique, Fondation Académie d'Architectue 1970, París, Francia.



1991

Oficina de Arquitectura en Valencia, España.

Puente Lusitania, Mérida, España.

Puente peatonal La Devesa, Ripoll, España.

Beton Forum Standard Bridge, Estocolmo, Suecia.

Calabria Football Stadium, Calabria, Italia.

Cathedral of St. John The Divine, Nueva York, EE.UU.

Grand Pont, Lille, Francia.

Klosterstrasse Railway Viaduct, Berlín, Alemania.

Médoc Swingbridge, Burdeos, Francia.

Estadio de Futbol de Salou, España.

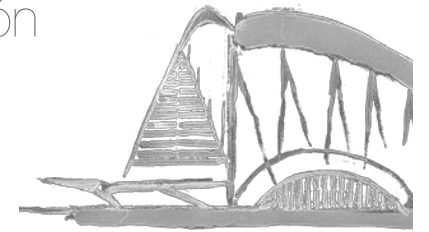
Spandau Railway Station, Berlín, Alemania

Torre de Comunicaciones de Valencia, España.

European Glulam Award, Múnich, Alemania.

City of Zurich Award for Good Building 1991 (Estación de Stadelhofen), Zúrich, Suiza.





1992

Miembro honorario Real Academia de Bellas Artes de San Carlos, Valencia, España.

Miembro de la Academia Europea, Colonia, Alemania.

Exposición retrospectiva de su obra RIBA, Londres.

Puente del Alamillo y viaducto de La Cartuja, Sevilla, España.

BCE Place: Gallery & Heritage Square, Toronto, Canadá.

Telecomunicaciones de Montjuic, Barcelona, España.

Pabellón Kuwait, Sevilla, España.

Lake Bridge, Lucerna, Suiza.

Modular Station, Londres, Reino Unido.

Reichstag Conversion, Berlín, Alemania.

Puente del Serpis, Alcoy, España.

Shadow Machine, Nueva York, EE.UU.

Solferino Footbridge, París, Francia.

Puente Serrería, Valencia, España.

VI Premio Dragados (Puente del Alamillo).

Medalla de Oro, Institute of Structural Engineers, Londres, Reino Unido.

Jahn Olympic Sports Complex, Berlín.

Brunel Award (Estación de Stadelhofen).



1993

Miembro honorario Royal Institute of British Architects (RIBA).

Doctor Honoris Causa, UPV, España.

Exposición "Structure and Expression" en el MoMA, Nueva York.

1994

Telecomunicaciones de Alicante, España.

De la Rade Bridge, Ginebra, Suiza.

Puente de Granadilla, Tenerife, España.

Herne Hill Stadium, Londres, Reino Unido.

Ile Falcon Viaduct, Sierre, Suiza.

Öresund Link, Copenhague, Dinamarca.

Roosevelt Island Southpoint Pavilion, Nueva York, EE.UU.

City of Toronto Urban Design Award, BCE Place Gallery, Canadá.



Doctor Honoris Causa, Universidad de Sevilla, España.

Doctor Honoris Causa of Letters in Environmental Studies, Heriot Watt University, Edimburgo, Reino Unido.

Miembro Honorario del Colegio de Arquitectos, México.

Estación ferroviaria aeropuerto Lyon-Saint Exupéry, Satolas, Francia.

Michelangelo Trade Fair and Convention Centre, Fiuggi, Italia.

Quaypoint Pedestrian Bridge, Bristol, Reino Unido.

St. Paul's Footbridge, Londres, Reino Unido.

1995

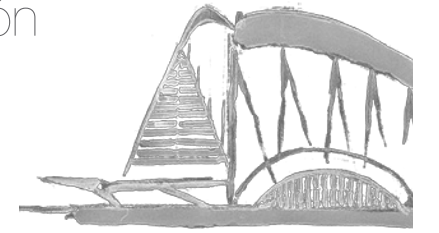
Doctor Honoris Causa of Science, University College, Salford.

Puente del puerto Ondarroa, España.

Puente de la Alameda y Estación de metro, Valencia, España.

Recinto ferial de Tenerife, España.

Plaza de España, Alcoy, España.



1995

- Trinity footbridge, Salford, Reino Unido.
- Estadio de Fútbol de Bilbao, España.
- Embankment Renaissance Footbridge, Bedford, Reino Unido.
- KL Linear City, Kuala Lumpur, Malasia.

- Sundsvall Bridge, Suecia.
- Velodrome Football Stadium, Francia.
- Zurich Station Roof, Zúrich, Suiza.



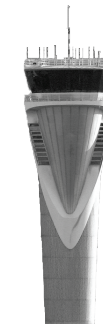
1996

- Doctor Honoris Causa of Science, University of Strathclyde, Glasgow, Reino Unido.
- Buchen Houseng Estate, Würenlingen, Suiza.
- Bohl Bus and Tram Stop, St. Gallen, Suiza.

- Kronprinzen Bridge, Berlín, Alemania.
- Oberbaum Bridge, Berlín, Alemania.
- Torre de control de Sondica, Bilbao, España.
- Cathedral Square, Los Ángeles, EE.UU.
- Iglesia del Año 2000, Roma, Italia.

- City Point, Londres, Reino Unido.
- Estadio Olimpico Estocolmo, Suecia.
- Puente Poole Harbour, Poole, Reino Unido.
- Porte de la Suisse Motorway Service Area, Ginebra, Suiza.

Medalla de Oro al Mérito de las Bellas Artes, Ministerio de Cultura, Granda, España.



1997

- Doctor Honoris Causa of Science, University of Technology, Delft.
- Doctor Honoris Causa of Engineering, Milwaukee School of Engineering, Milwaukee.
- Puente peatonal Campo Volatin, Bilbao, España.
- Aeropuerto de Barajas, Madrid, España.

- Puerto de Barcelona, España.
- European Award for Steel Structures (reconstrucción del Kronprinzenbrücke).



1998

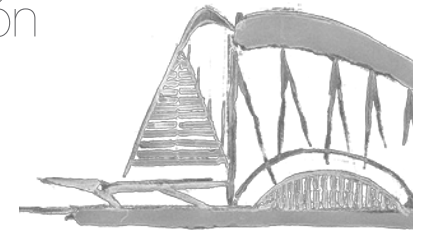
- Miembro de les Arts et Lettres, París.
- Estación de Oriente, Lisboa, Portugal.
- Mimico Creek Pedestrian Bridge, Toronto, Canadá.
- Estación Ferroviaria Pennsylvania, Nueva York, EE.UU.
- Toronto Island Airport Bridge, Toronto, Canadá.

- IH-30 Bridge, Dallas, EE.UU.
- IH-35 Bridge, Dallas, EE.UU.
- Woodall Rodgers Bridge, Dallas, EE.UU.
- Samuel Beckett Bridge, Dublin, Irlanda.
- Brunel Award (Estación de Oriente)



1999

- Doctor Honoris Causa of Civil Engineering, Università degli Studi di Cassino.
- Doctor Honoris Causa of Technology, University of Lund.
- Foreign Member of the Academy, Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, IVA.



1999

Doctor Honoris Causa of Architecture, Università degli Studi di Ferrara.

Emergency Service Center, St. Gallen, Suiza

Puentes del Hospital, Murcia, España.

Puente Manrique, Murcia, España.

Pfalzkeller Gallery, St. Gallen, Suiza.

Cruz y Luz, Monterrey, México.

Estación Leuven, Sint-Niklaas, Bélgica.

Puente Rio Cavado, Barcelos, Portugal.

Puente peatonal, Pistoia, Italia.

Museo de Arte Reina Sofía, Madrid, España.

Residential House, Phoenix, EE.UU.

Puente de Rouen, Francia.

The Corcoran Gallery of Art, Washington, EE.UU.

Wildbachstrasse, Zúrich, Suiza.

Estació de Zaragoza, España.

Premio Príncipe de Asturias de las Artes, España.



2000

Académico Honorario, Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, Madrid.

Aeropuerto de Sondica, Bilbao, España.

Ciudad de las Artes y las Ciencias, Valencia, España.

Puente de Europa, Orléans, Francia.

Pont des Guillemins, Lieja, Bélgica.

Christ The Light Cathedral, Oakland, EE.UU.

Ciudad de la Porcelana, Valencia, España.

Aeropuerto Dallas Forth Worth, EE.UU.

2000

Dársena del puerto, Torrevieja, España.

Kornhaus, Rorschach, Suiza.

Opera House Parking, Zúrich, Suiza.

Ryerson Polytechnic University, Toronto, Canadá.

Stadium Zurich, Suiza.

Buenavista y Jovellanos, Oviedo, España.

Ponte sul Crati, Cosenza, Italia.

University Campuses Buildings and Sports Center, Maastricht, Países Bajos.

Algur H. Meadows Award for Excellence in the Arts, Meadows School of Arts, Dallas.

Medalla de Oro, Círculo de Bellas Artes, Valencia

European Award for Steels Structures (Puente de Europa), Orléans.



2001

Exposición "Santiago Calatrava: Artist, Architect, Engineer" en el Palazzo Strozzi de Florencia, Italia.

Exposiciones sobre su obra en el Meadows Museum de Dallas, EE.UU. y Alwaxandro Soutzos Museum de Atenas, Grecia.

Milwaukee Art Museum, EE.UU.

Bodegas Ysios, Laguardía, España.

Puente de la Mujer, Buenos Aires, Argentina.

Lake Promenade, Rorschach, Suiza.

Neratziotissa Metro and Railway Station, Atenas, Grecia.

Private Residence Qatar.

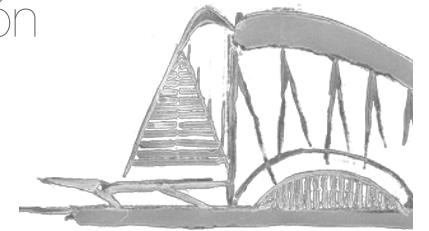
Queens Landing Pedestrian Access Improvement, Chicago, EE.UU.

Stage Stting Las Troyanas, Valencia, España.

The American Museum of Natural History, Nueva York, EE.UU.

Cápsula The New York Times, EE.UU.





2002

Bridge of Vittoria,  
 Florencia, Italia.  
 Reconstrucción del museo  
 de la Ópera de S. Maria  
 dei Fiore, Florencia, Italia.  
 Atlanta Symphony Orchestra,  
 Atalanta, EE.UU.

Greenpoint Landing,  
 Nueva York, EE.UU.  
 Light Rail Train Bridge,  
 Jerusalén, Israel.  
 Nuiva Stazione AVdi  
 Firenze, Florencia, Italia.  
 Museo de la Fotografía,  
 Doha, Qatar.  
 Reggio Emilia, Bolonia, Italia.

Best of 2001 Prize (Milwaukee  
 Art Museum), Time  
 Magazine, Nueva York.  
 Premio "Il Principe e  
 l'Architetto" (Cuarto Puento  
 sobre el Gran Canal), Bolonia.  
 Premio The Sir Misha  
 Black Medal, Royal  
 College of Art, Londres.

The Leonardo da Vinci  
 Medal, Florencia.  
 Escultura Wave en el Meadows  
 Museum, Dallas, EE.UU.



2003

Exposición "Like a Bird"  
 en el Kunsthistorisches  
 Museum de Viena, Austria.  
 Auditorio de Tenerife, España.  
 Puente James Hoyce,  
 Dublín, Irlanda.  
 Stage Setting Ecuba,  
 Roma, Italia.

Lake Shore Drive,  
 Chicago, EE.UU.  
 Medalla al Mérito de las  
 Bellas Artes, Real Academia  
 de San Carlos, Valencia.

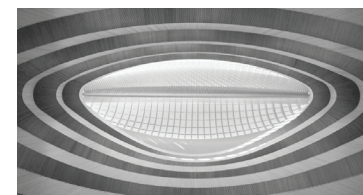


2004

Facultad de Derecho de la  
 Universidad de Zúrich, Suiza.  
 Puente Peatonal Sundial,  
 Redding, EE.UU.  
 Puentes sobre el Hoofdvaart,  
 Hoofddorp, Paises Bajos.  
 Turning Torso, Malmö, Suecia.

Puente Peatonal katehaki,  
 Atenas, Grecia.  
 Complejo Depoetivo  
 Olímpico, Atenas, Grecia.  
 Obelisco Plaza Castilla,  
 Madrid, España.  
 Railway and Automobile  
 Bridge, Kiev, Rusia.  
 Torres, Valencia, España.

Outstanding Project Award  
 (Milwaukee Art Museum).  
 Medalla de Oro Queen Sofia  
 Spanish Institute, Nueva York.  
 Premio Nacional de las Artes  
 y las Ciencias Aplicadas al  
 Deporte, Madrid, España.



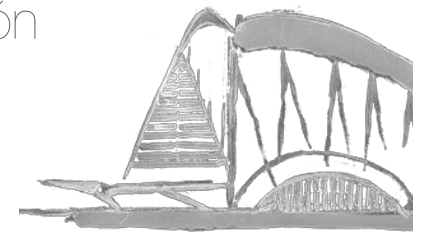
2005

Exposiciones "Santiago  
 Calatrava: Sculpture into  
 Architecture" en el MoMA y  
 "Clay and Pint: Ceramics and  
 Watercolors" en el Queen  
 Sofia Spanish Institute,  
 Nueva York, EE.UU.  
 International Fair World  
 Expo, Tesalónica, Grecia.  
 Ágora, Valencia, España

Ciudad de los Deportes  
 Tor Vergata, Roma, Italia.  
 Facultad de Derecho Y  
 Rectorado Universidad Tor  
 Vergata, Roma, Italia.  
 Medalla de Oro American  
 Institute of Architects (AIA).  
 Eugene McDermott Award  
 in the Arts, Council for the  
 Arts at MIT, Cambridge.  
 MIPIN Award "Residential  
 Developments" (Turning Torso).

European Awards for  
 Steelstructures (Puentes  
 sobre el Hoofdvaart).  
 European Awards for  
 Steelstructures (OAKA  
 Stadium's roof).





2006

Doctor Honoris Causa  
 Rensselaer Polytechnic  
 Institute, Troy, EE.UU.

Palau de les Arts,  
 Valencia, España.

Teleférico Isla del Gobernador,  
 Nueva York, EE.UU.

Puente Petah-Tikva,  
 Tel Aviv, Israel.

Science House, Zúrich, Suiza.

FIB Award for  
 Outstanding Structures  
 (Turning Torso).

ESCN European Award  
 for Excellence in Concrete  
 (Hor Liège-Guillemins High  
 Speed Railway Station)  
 Brussels, Belgium.



Sifney L. Strauss Award,  
 New York Society of  
 Architects, EE.UU.

Leadership Award, New York  
 Building Congress, EE.UU.

2007

Cuarto puente sobre el Gran  
 Canal, Venecia, Italia.

Torre 80 South Street,  
 New York, EE.UU.

Premio Nacional de  
 Arquitectura.

“Hijo Predilecto” Municipality  
 of Valencia, España.

Doctor of Huane Letters  
 Honoris Causa, Columbia  
 University, New York, EE.UU.

Urban Visionaries Award  
 for Architecture, The  
 Cooper Union for The  
 Advancement of Science and  
 Art, New York, EE.UU.



2008

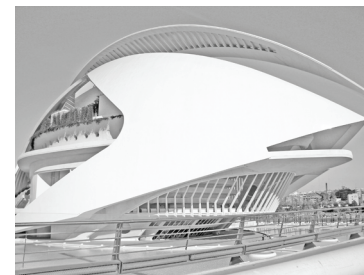
Light Rail Train Bridge  
 Jerusalem, Israel.

Palau de les Arts,  
 Valencia, España

Puente de L'Assut d'Or,  
 Valencia, España.

Gran Cruz de la Orden  
 de Jaume, Generalitat  
 Valenciana, España.

Doctor Philosophiae,  
 Honoris Causa, Tel Aviv  
 University, Israel.



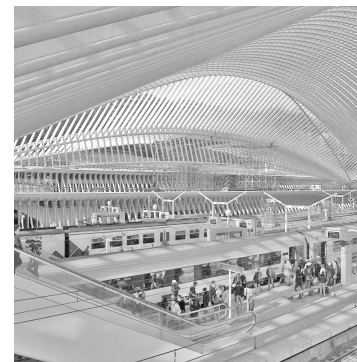
2009

Samuel Beckett Bridge  
 Dublin, Irlanda.

Estación Ferroviaria Liège-  
 Guillemins, Lieja, Bélgica.

ECCS European Steel  
 Design Award (For the  
 Bridges in Reggio Emilia),  
 Bruselas, Bélgica.

Doctor Honoris Causa  
 of Letters (D. Litt)  
 Oxford University.



2010

Golden Belgian Building  
 Award 50Th  
 Anniversary Batibouw,  
 Bruselas Bélgica.

New York City Ballet,  
 New York, EE.UU.

“Woodrow Wilson Award  
 for Public Service”,  
 Woodrow Wilson Center,  
 Washington, EE.UU.

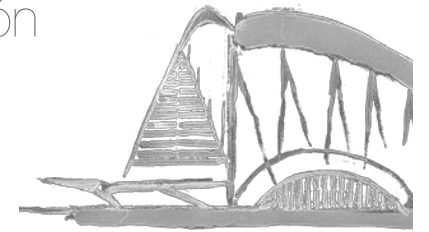
Doctor Honoris Causa  
 Université de Liège, Bélgica.

Project of the Decade Real  
 Estate Awards by Business  
 Journal for de Milwaukee Art  
 Museum / Quadracci Pavillion,  
 Business Journal, EE.UU.

Honorary Citizen of the  
 City of Liège, Bélgica.

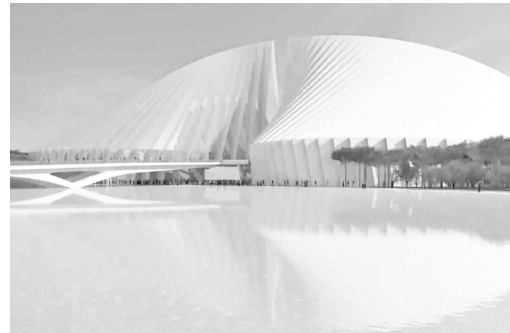




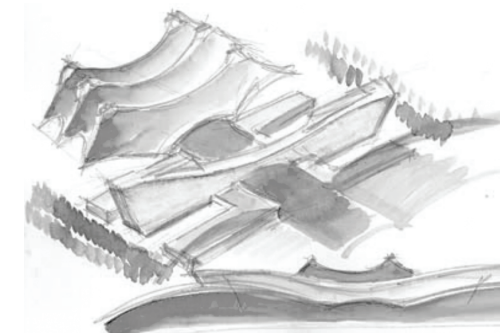


2011

Università degli Studi di Roma  
"Tor Vergata" Roma, Italia.



University of South Florida,  
Lakeland, Florida, EE.UU.



Denver Internacional  
Airport, Colorado, EE.UU.

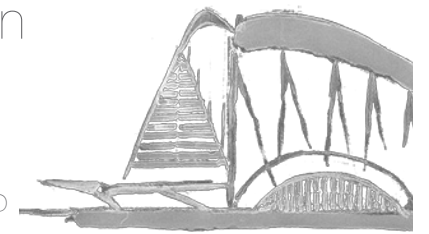
Path WTC, New York, EE.UU.



Museum of Tomorrow,  
Rio, Brasil.



Peace Bridge,  
Calgari, Canadá.



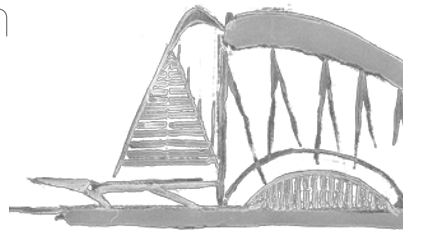
## 1.2 El Movimiento y Calatrava

Santiago Calatrava experimenta con formas orgánicas, y en la mayoría de sus Obras con el Movimiento. A veces su inspiración es el Movimiento de una mano, otras el parpadeo de un ojo, o la simple torsión del cuerpo del hombre.

Sus proyecciones se basan en el Movimiento, el Dinamismo, y su inspiración en las formas naturales. Por ello, nos transmite una sensación de ligereza y volatilidad, cuando consigue una forma emulando una paloma alzando el vuelo.

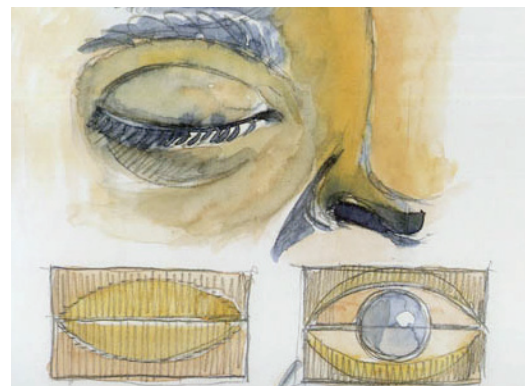
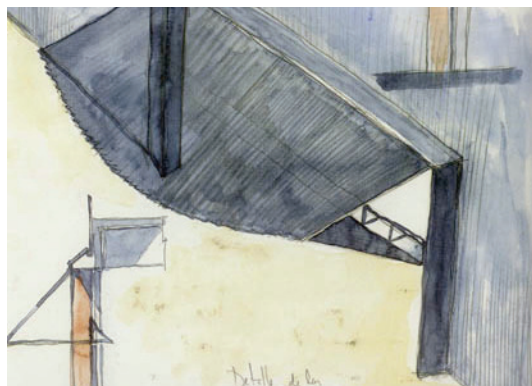




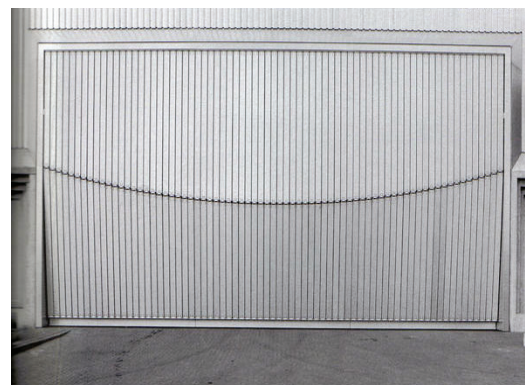
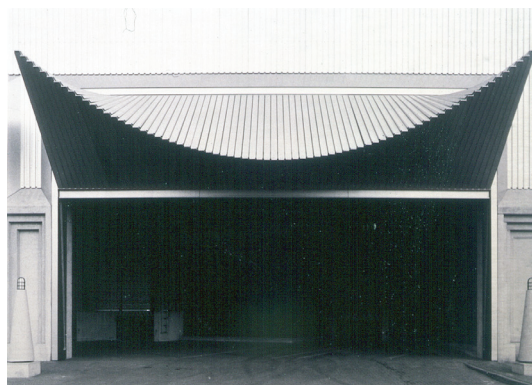


1983-1985 Almacen Ernsting, Coesfeld-Lette, Alemania

Sketches

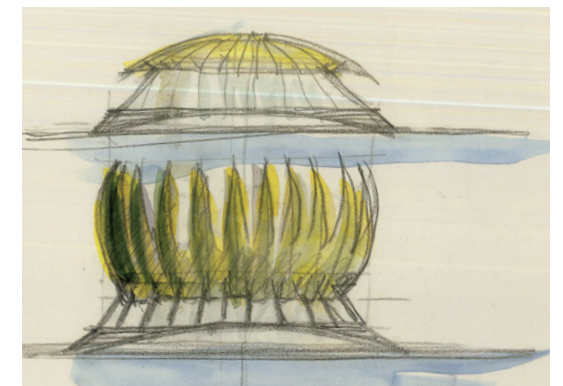


Work

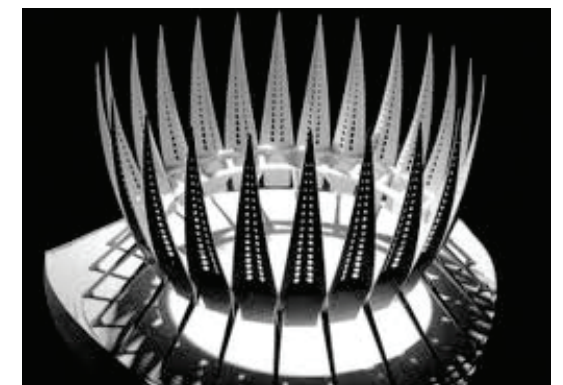


1989 Pavellón CH-91, Lucerna

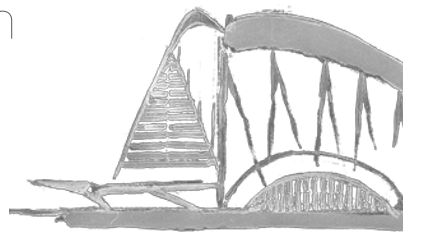
Sketches



Maqueta

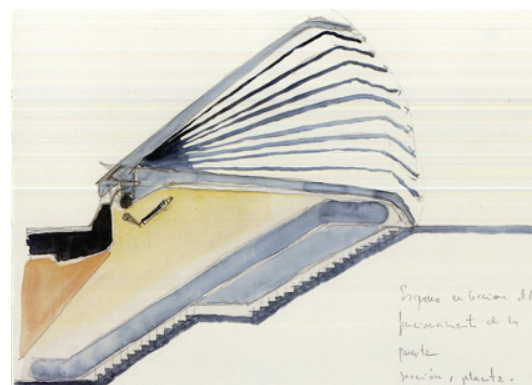
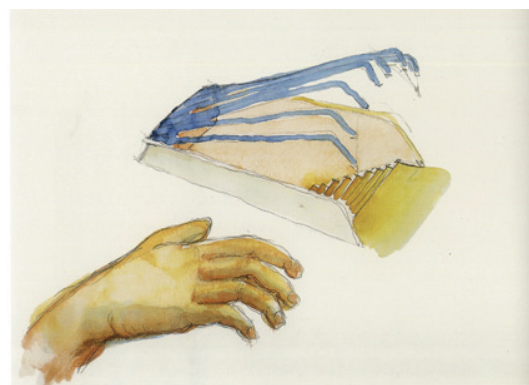






1983-1990 Estación de ferrocarril Stadelhofen, Zúrich.

Sketches

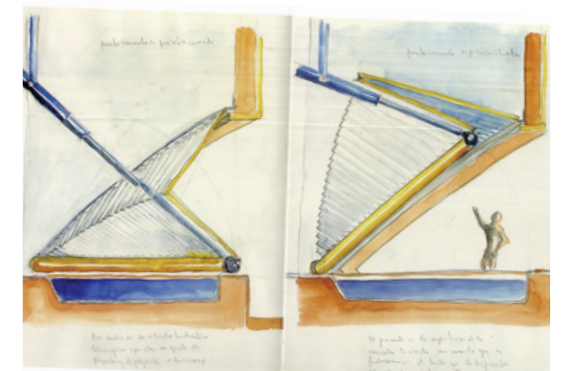
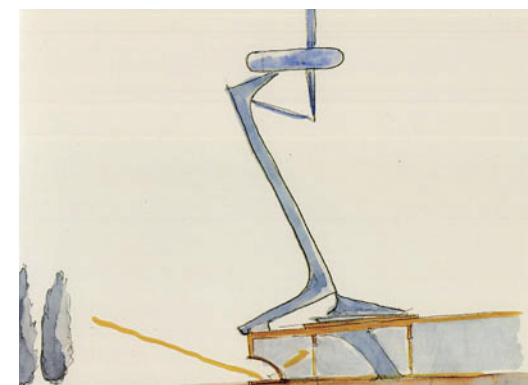


Work

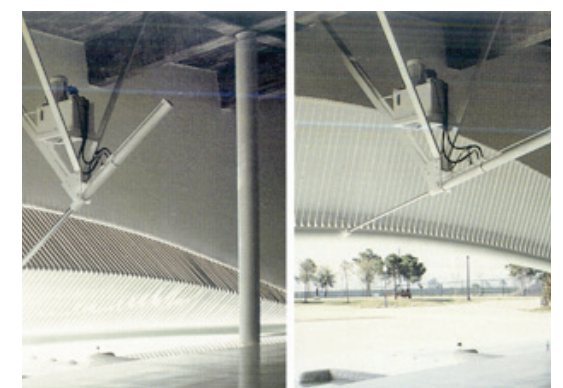


1989-1992 Torre de Telecomunicaciones de Montjuïc, Barcelona, España.

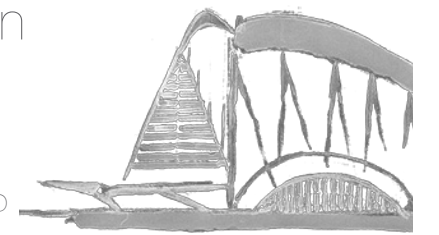
Sketches



Work

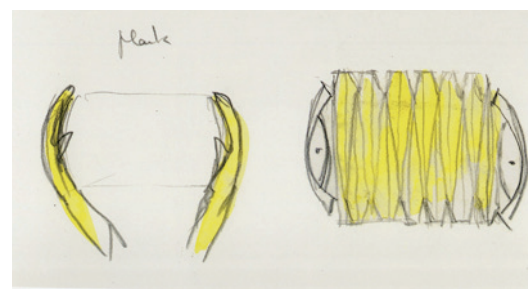
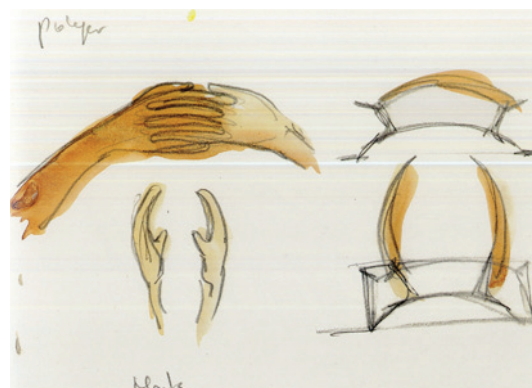






1991-1992 Pabellón de Kuwait, Sevilla, España.

Sketches

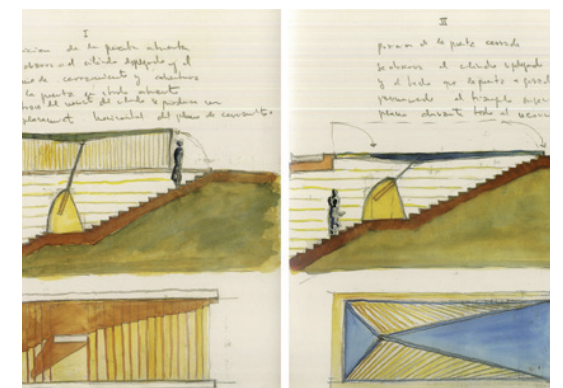
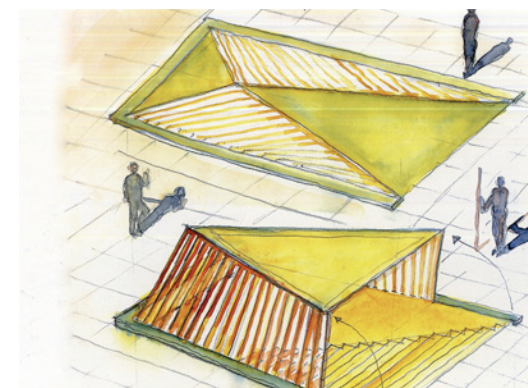


Work



1992-1995 Estación Alameda, Valencia, España.

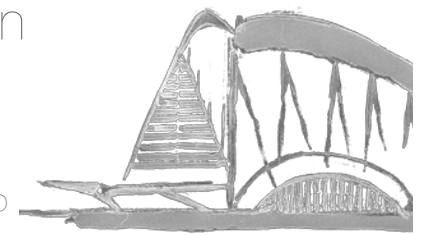
Sketches



Work

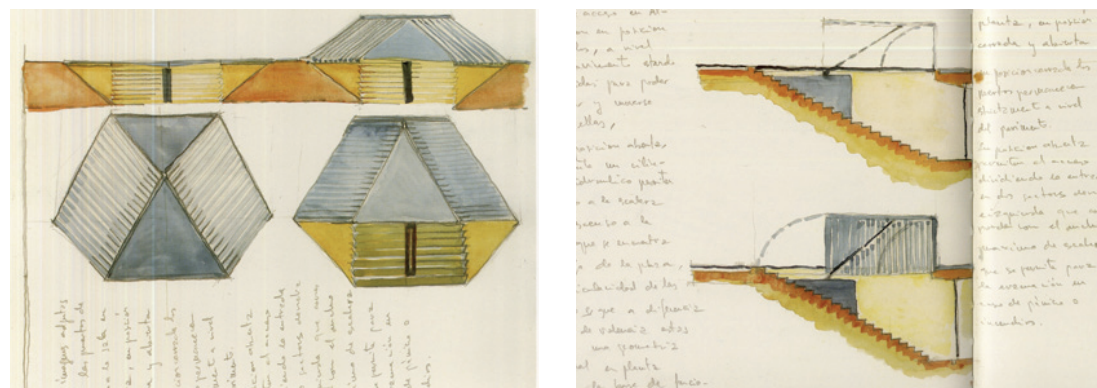




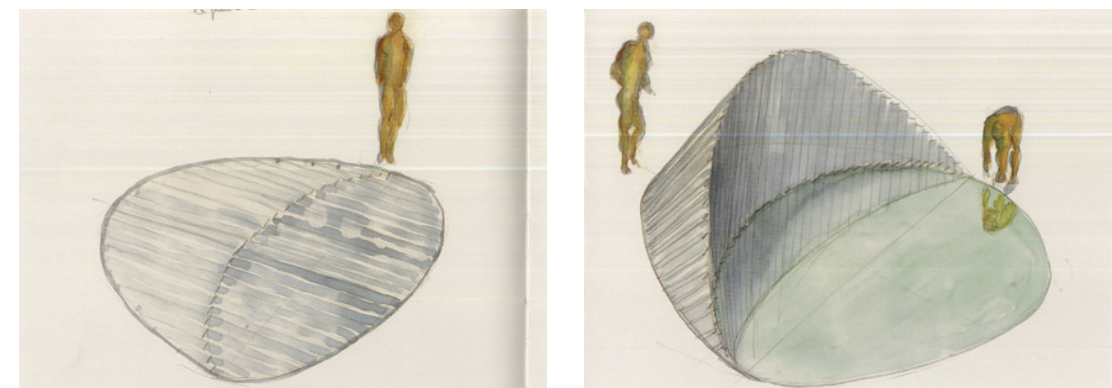


1992-1995 Centro comunitario (Entrada), Alcoy, España.

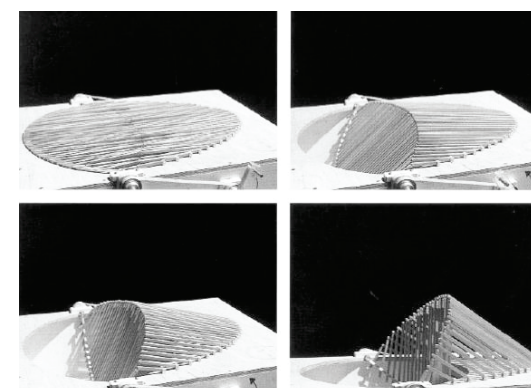
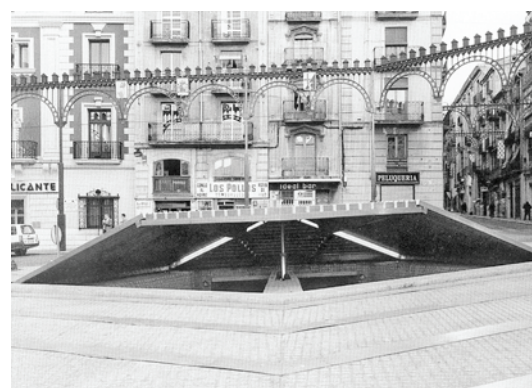
Sketches



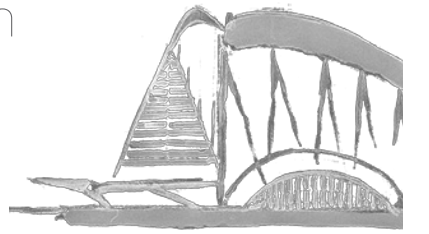
1992-1995 Remodelación Plaza de España (Fuente), Alcoy, España.



Work

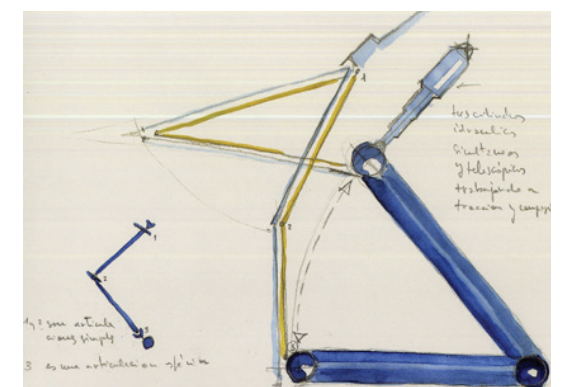
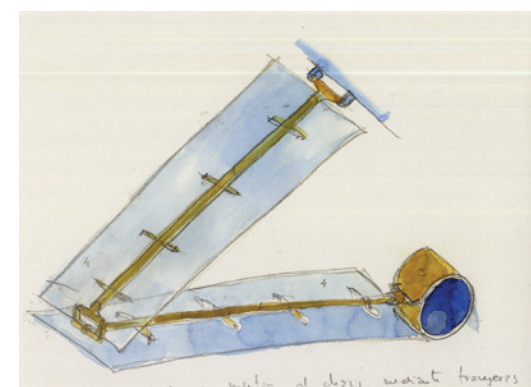
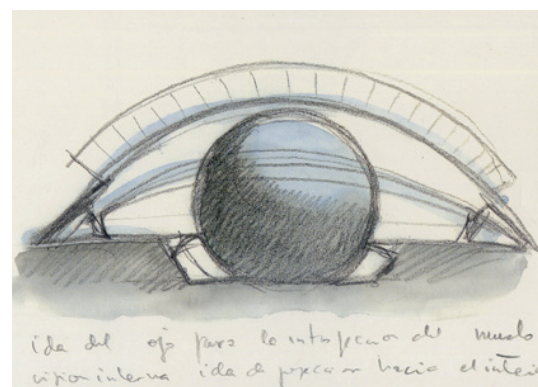
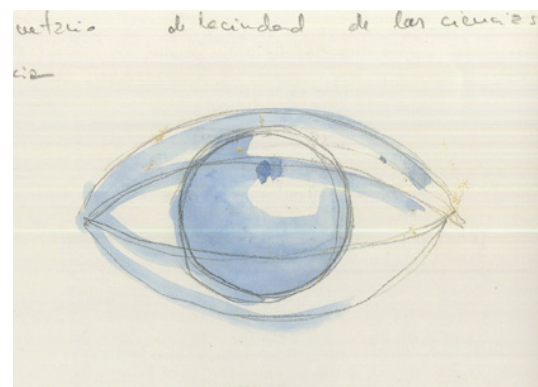






1991-1996 L' Hemisfèric, Valencia, España.

Sketches

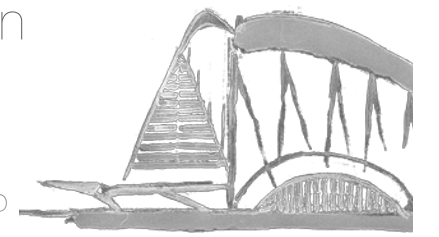


Work





1 introducción  
.2 El Movimiento



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

1988-1998 Centro de servicios de Emergencia, St. Gallen, Suiza

Work

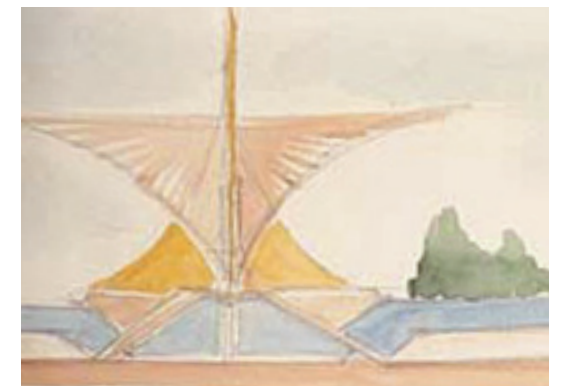


Work



1994-2001 Museo de Arte de Milwaukee, Wisconsin.

Sketches

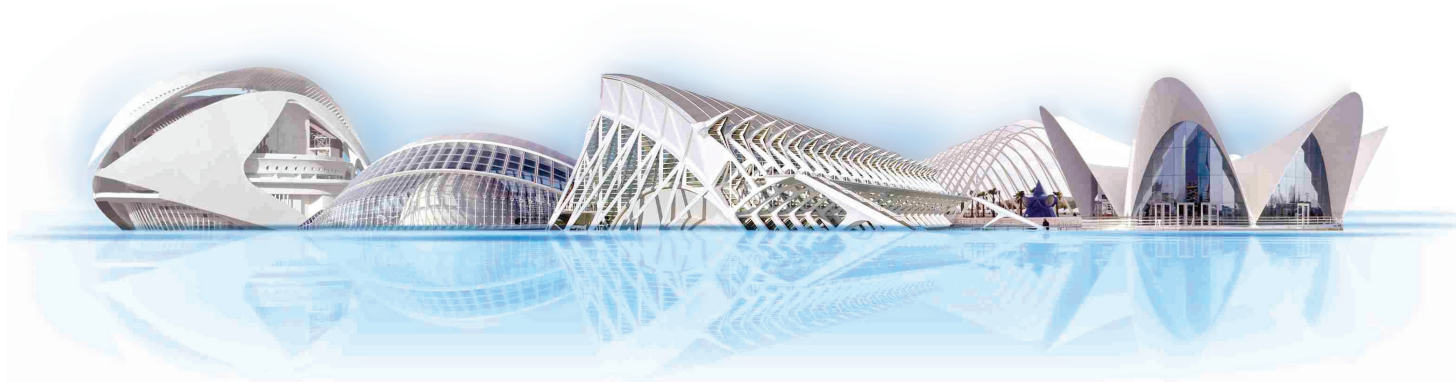


Work





## 1.3 La Ciudad de las Artes y las Ciencias



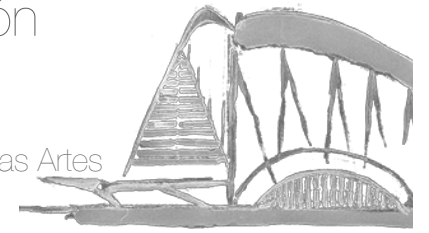
En 1991 Santiago Calatrava ganó un concurso para la construcción de una torre de telecomunicaciones que debía construirse en un solar de 35 hectáreas, situado en el antiguo cauce del río Túria.

Posteriormente recibió el encargo de desarrollar todo el complejo de la Ciudad de las Artes y las Ciencias, que incluiría un planetario y un museo de la Ciencia.

Finalmente, en 1996, un teatro de ópera reemplazó a la torre de telecomunicaciones prevista, y a lo largo de los años, se ha ido ampliando la Ciudad de las Artes y las Ciencias con edificaciones, como el Oceanográfico, el Ágora o el puente de l'Assut de l'Or.



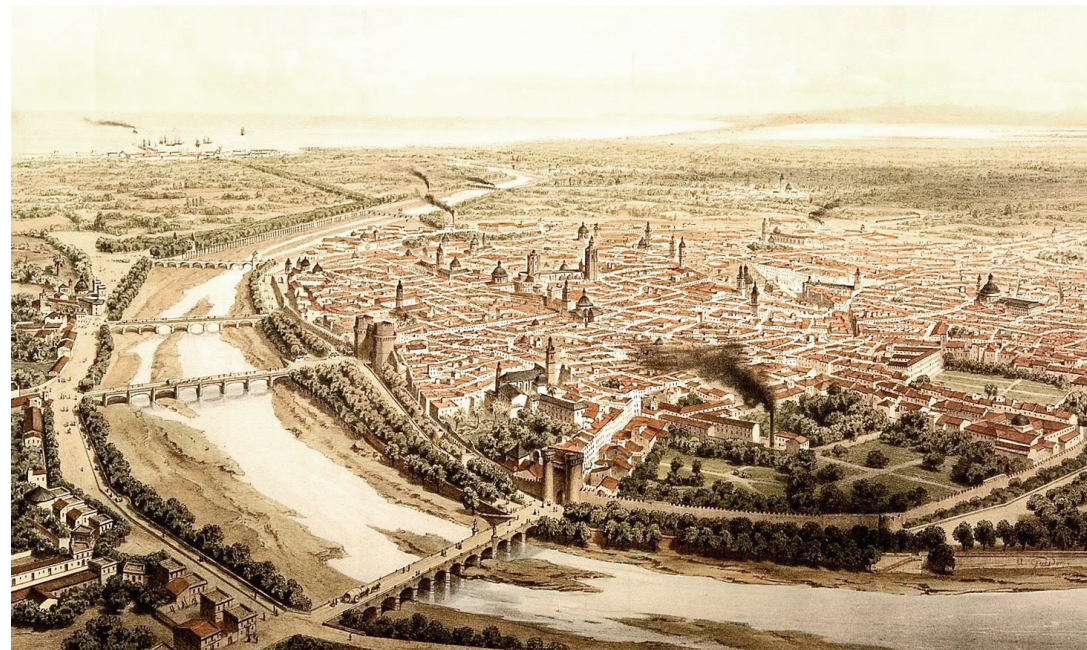




## El río Turia y Valencia

El río Turia siempre a jugado un papel muy importante en la historia de Valencia. Desde que los romanos fundaron Valencia el año 138 a.C., a orillas su cauce, en tierras aptas para el cultivo, hasta hoy en día que realiza la función de pulmón de la ciudad. Siendo el antiguo cauce del río Turia, un jardín de casi 10 km de largo, con una anchura entre 120 y 180 metros, una zona verde de millón y medio de metros cuadrados que atraviesa Valencia.

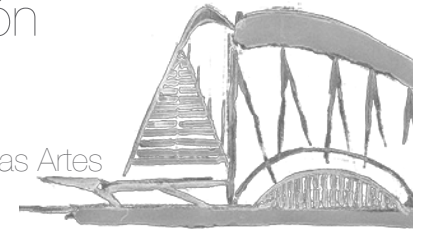
Su transformación en el Jardín del Turia, se produjo tras la gran riada del año 1957. Se opto por desviar el río a las afueras de Valencia.



En el siguiente mapa se encuentra grafiado por colores el alcance del desbordamiento del año 1957.

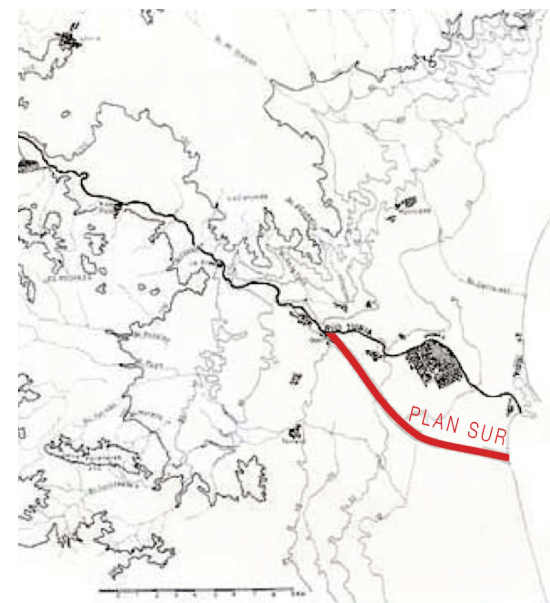






Para el desvío del cauce del río Túria, se redactó el Plan Sur, que resultó un gran proyecto tanto hidráulico, como de infraestructuras viarias. Y alivio a Valencia de las continuas riadas.

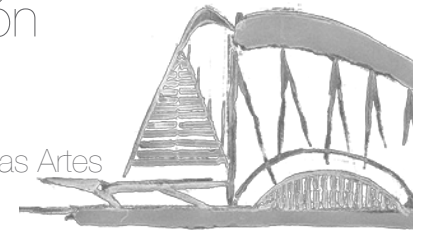
Como anécdota entrañable, nos encontramos con la emisión de unos sellos de uso local, como recargo obligatorio para todas las cartas que salieran de Valencia capital, en beneficio del Plan Sur.



Postal Tasada por consecuencia de no haber colocado el sello de Plan Sur, se le cobra el doble de tarifa. TASA 0,50 del PLAN SUR.

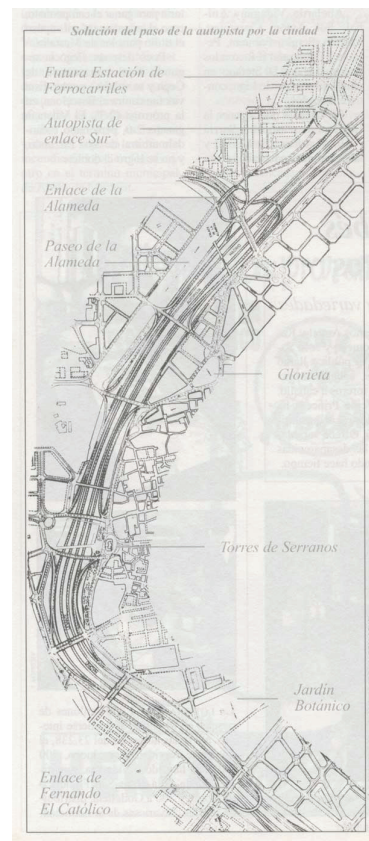






El plan del 1966 resulto un desastre urbanístico que coincidió con un crecimiento económico y demográfico, dejando la ciudad con alta densidad de población, congestión de tráfico, fuerte déficit de equipamientos y un importante deterioro del medio ambiente urbano. Sobre los años 70, cuando se hizo público que se iba convertir el viejo cauce del Túria en una autopista, los ciudadanos crearon el movimiento “salvem” contra el desarrollo urbano planteado y exigieron el antiguo cauce para el pueblo con el lema “El llit del Túria és nostre i el volem verd”.

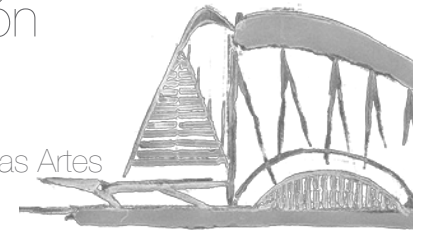
En 1976 el Estado traspaso a Valencia la propiedad del viejo cauce y en 1978 el ayuntamiento aprobó una modificación del plan de 1966, renunciando a la autopista, y recalificando el cauce como zona verde.



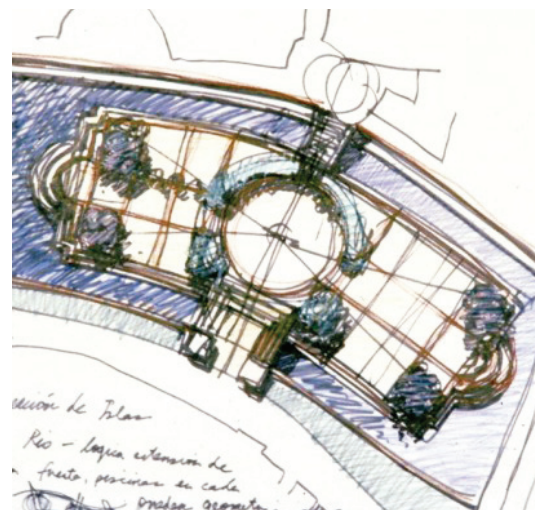
EL LLIT DEL TURIA  
ES NOSTRE  
I EL VOLEM VERD







Eduardo Bofill, proyecto un diseño unitario para todo el río, pero sólo se aplicó entre el puente del Mar y el del Ángel Custodio, entorno a el Palau de la Música.

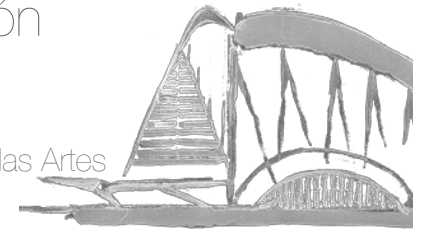


Después de 1995 se sustituyó la torre de comunicaciones del proyecto inicial por la Ciudad de las Artes y las Ciencias.

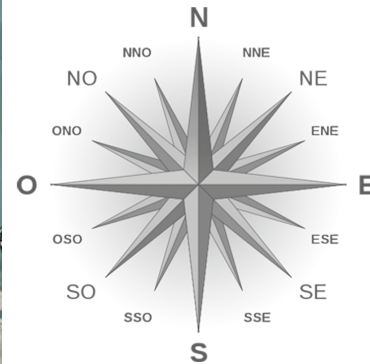


En la actualidad, el Jardín del Turia proporciona un gran espacio donde el ciudadano puede disfrutar de una variedad de dotaciones deportivas, culturales, y de espacios tranquilos y ajardinados.





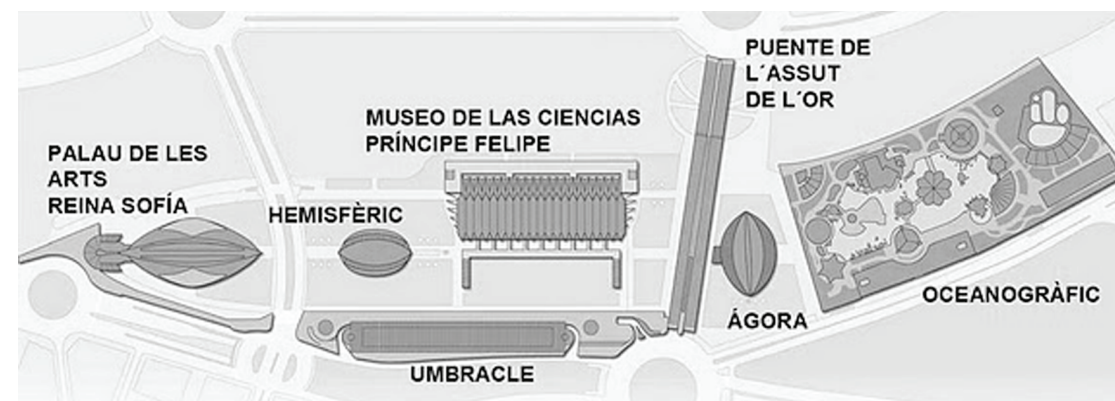
## Plano de situación



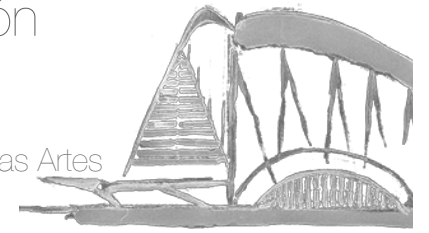
## Plano de emplazamiento



## Localización de los edificios







# L' Hemisfèric

Fue el primer edificio de la Ciudad de las Artes y las ciencias, que abrió sus puertas al público el 16 de abril de 1998.

Cuenta con una cubierta ovoide de 110 metros de longitud, y 55,5 de anchura. En su interior alberga una gran esfera que constituye la sala de proyecciones.

Los cerramientos móviles de la estructura, muestran el interior de la esfera. Las piscinas poco profundas y reflectantes, dan un efecto de simetría del edificio, creando la ilusión de un gran ojo.



# Museo Príncipe Felipe

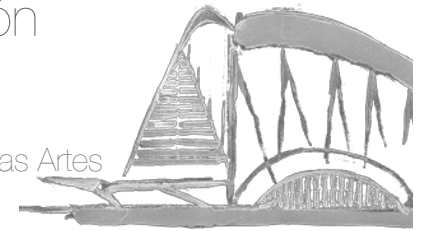
Un museo de ciencia y tecnología. El recinto tiene 104 metros de anchura y 241 le longitud. Su forma se crea a partir del desarrollo modular de secciones transversales, que se repiten a lo largo de todo el solar. Cinco árboles de hormigón, puestos en hilera, se bifurcan para soportar la conexión entre cubierta y fachada.

La estructura sustentante de hormigón de la fachada sur, está cubierta con cristal, la fachada norte en una cortina continua de vidrio y acero que corre a lo largo de todo el edificio.

El edificio se distribuye en cinco plantas, con una superficie total de 42.000 metros cuadrados, de los que casi dos tercios son directamente utilizables para exposiciones y actividades del museo.







# Palau Reina Sofía

Dedicado a promocionar las artes escénicas. Con una extensión de 55,000 m<sup>2</sup>, se convierte en una de las salas más importantes dedicada al teatro, la danza, la ópera y los conciertos musicales.

Mide 70 metros de altura y está dividido en 4 salas independientes, todas ellas dotadas de los últimos avances tecnológicos para la representación de todo tipo de operas, conciertos y representaciones teatrales.

La sala principal constituye el corazón del edificio. Diseñada para acoger a más de 1800 personas, se emplea en representaciones de ópera, zarzuela, ballet clásico, danza contemporánea, música sinfónica, teatro y todo tipo de conciertos.



# L'Umbracle

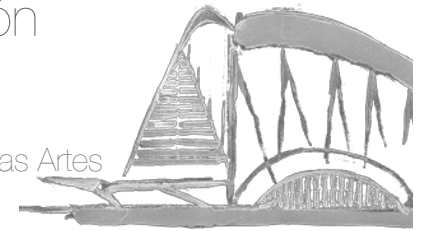
Paseo concebido como un jardín de invierno, cubierto por una estructura de acero, sobre un aparcamiento de dos plantas, con capacidad para 750 coches y 20 autobuses.

La construcción del aparcamiento sirve de base para un gran invernadero, un umbráculo que bajo su cubierta alberga una amplia variedad de plantas de diferentes especies, elegidas por su forma y color, que varían a lo largo de las estaciones.

El paseo de las esculturas sirve de mirador de los cuatro edificios de la Ciudad de las Artes y las Ciencias.







# El Oceanográfico

Una ciudad submarina diseñada por el Arquitecto Félix Candela, para descubrir el hábitat marino de nuestro planeta.

Está constituido por once edificios o torres submarinas localizadas en torno a un gran lago central. Estas torres se hallan intercomunicadas en superficie por medio de pasarelas flotantes y caminos ajardinados, y en el nivel inferior por medio de pasillos y rampas. Los núcleos centrales de las torres poseen ascensores y escaleras que nos transportan entre los dos niveles.

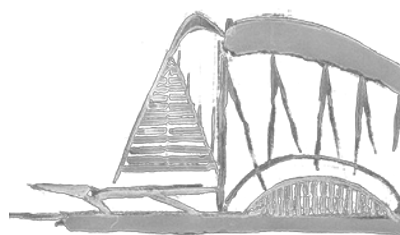


# El Ágora

La parcela sobre la que se ubica el Ágora tiene forma trapezoidal, mide 13.500 metros cuadrados y sobre ella se ubica una estructura metálica de planta similar a una elipse apuntada de 88 metros de largo por 66 de ancho.

El área de la cubierta tiene 4.811 metros cuadrados, una altura de setenta metros y un aforo con capacidad para un total 6.000 espectadores.

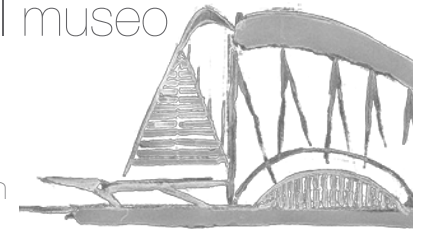




ZAIRA BURGUERA GOMEZ

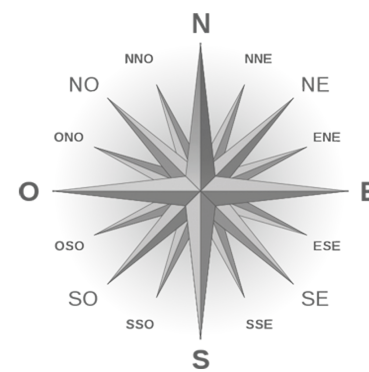
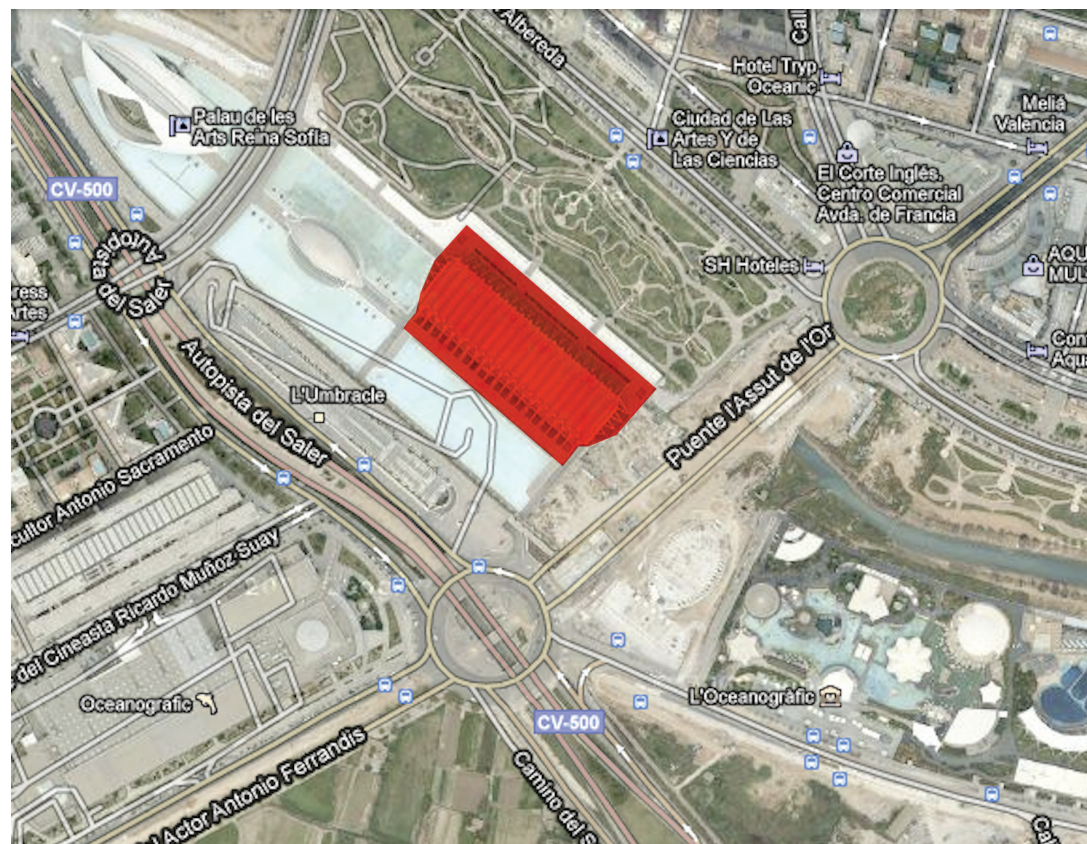
# N2 Acceso al museo





# 2.1 Museo de la Ciencia Príncipe Felipe

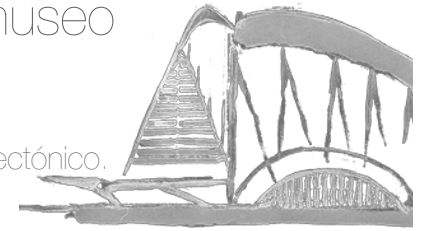
Localización del edificio



Localización de la entrada







## 2.2 Análisis Arquitectónico

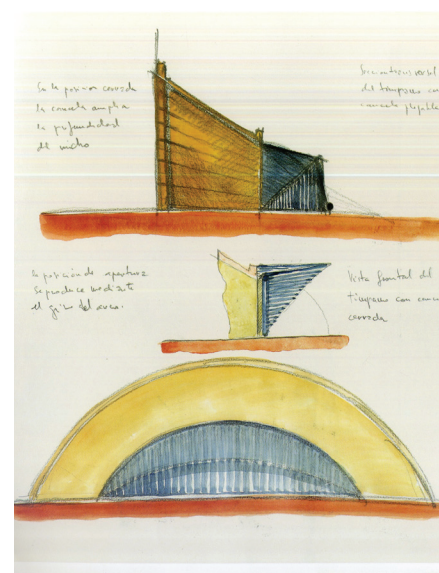
### Acceso al museo Criterios de diseño



Calatrava realiza su Doctorado sobre los principios geométricos que se aplican a las estructuras plegables. Fascinando así a muchos matemáticos como Olga Gil Medrano, presidenta de la real sociedad matemática española. Admira el uso de las matemáticas tanto en el cálculo, como en el diseño.

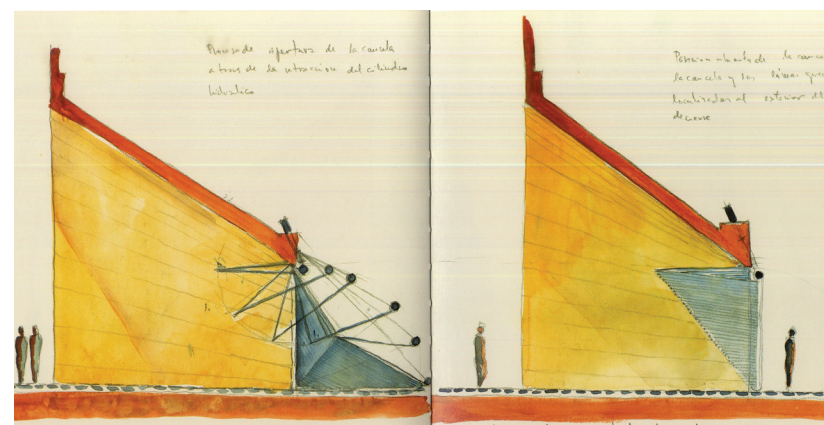
Por ello no es de extrañar que Calatrava incluya este tipo de estructuras en muchos de sus proyectos.

En el caso del museo Príncipe Felipe, soluciona la entrada de carga y descarga del museo con una cancela de directriz curva, aportándole un valor estético añadido al edificio.



En un principio, Calatrava proponía un “típano” hacia el exterior del edificio, con una cancela plegable. La cancela le daba continuidad al tímpano, y en la posición cerrada ampliaba su profundidad.

Pero en su construcción existen unas pequeñas modificaciones con respecto a los bocetos iniciales. El tímpano es construido dejando el arco pequeño hacia el interior del edificio.

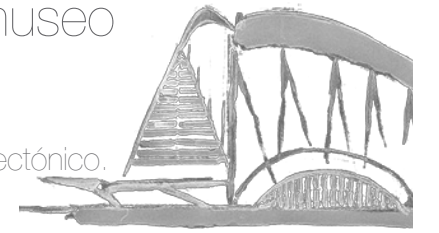


### Morfología y funcionalidad

A la hora de diseñar el edificio, las dimensiones de la cancela deben ser considerables para permitir la entrada de camiones para la carga y descarga de las diversas exposiciones que se realizan en el museo. Y a su vez debe armonizar con la gran escala del edificio. Para crear esta sensación, y darle importancia al acceso, se ayuda de un gran “típano” que construye al contrario que en sus primeros bocetos. La cancela también sufre una pequeña modificación en la posición final de apertura, pero sigue fiel a su diseño inicial en cuanto a la forma de directriz curva.



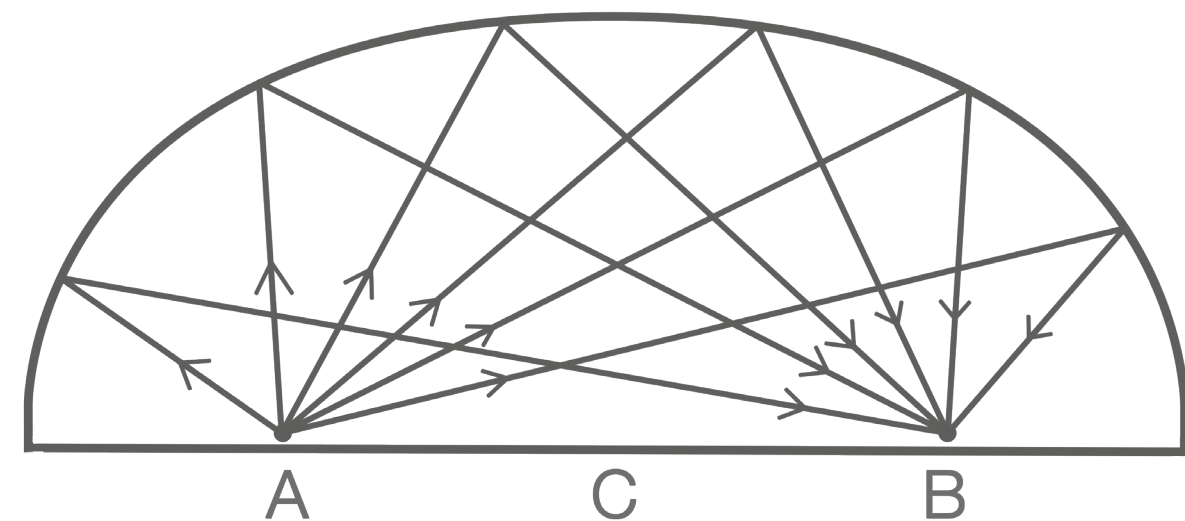




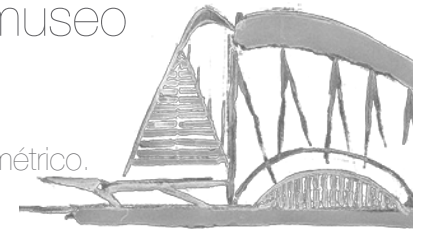
# Curiosidades de las formas Geométricas



Curiosamente, y sin intención del proyectista, la forma de elipse da lugar al fenómeno acústico llamado "Galería de Susurros". Consiste en un espacio situado bajo una bóveda o cúpula, en el cual los sonidos son transmitidos de forma perfectamente audible entre puntos distantes de dicho espacio. La entrada del museo, esta formada por un arco con mas de 50 metros de separación entre los dos extremos, y pueden hablarse y escucharse claramente las personas situadas en ellos (punto A y B), sin que se enteren las personas que se encuentran en el centro (punto C). Este fenómeno es de gran ayuda a la hora de identificar la forma geométrica del acceso al museo.

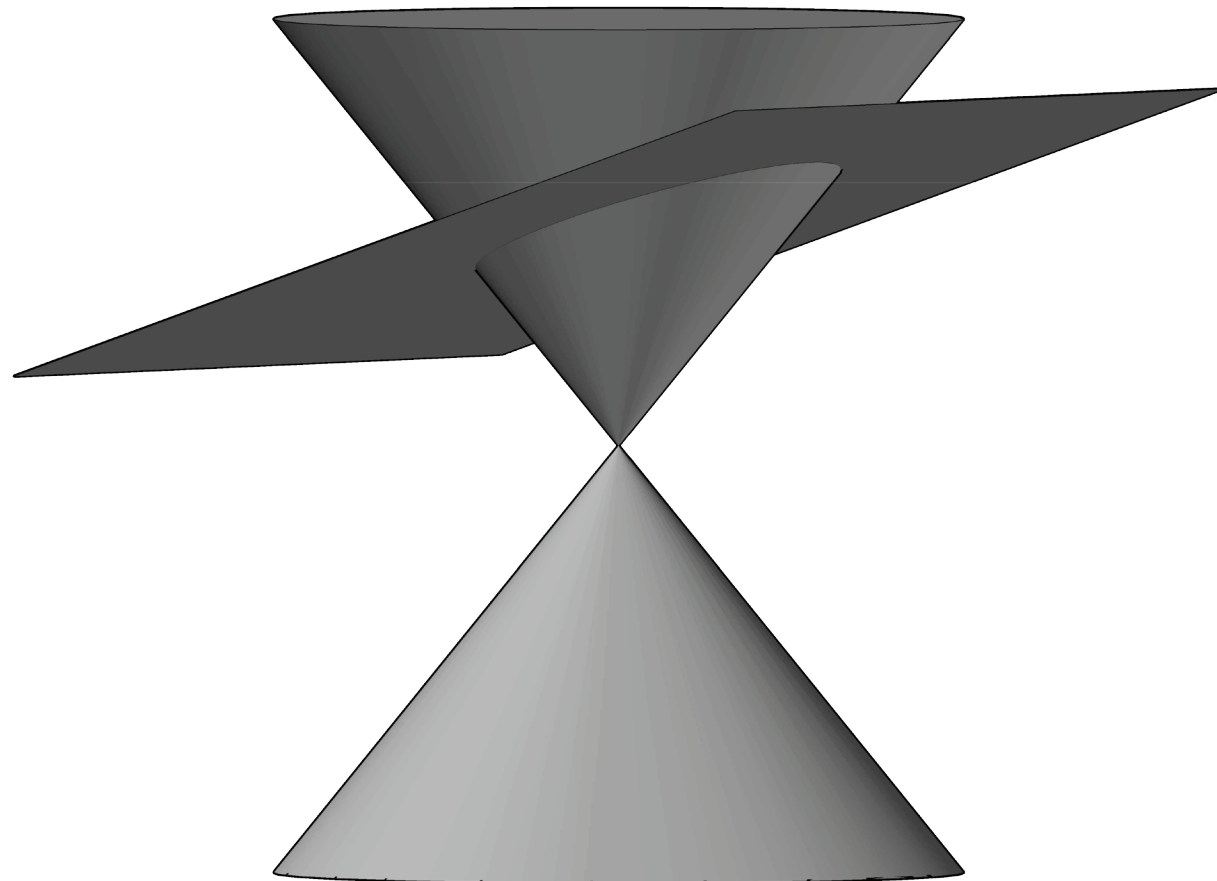




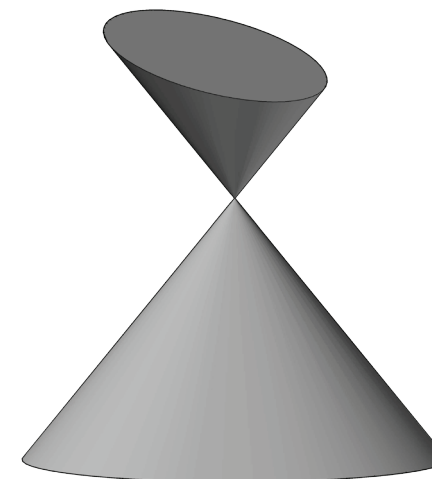


## 2.3 Análisis Geométrico

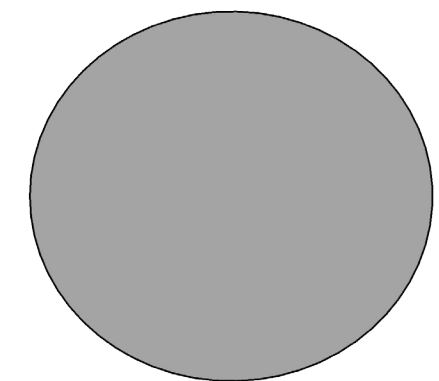
### Secciones Cónicas; La Elipse



El Cono



Sección Cónica, Elipse.

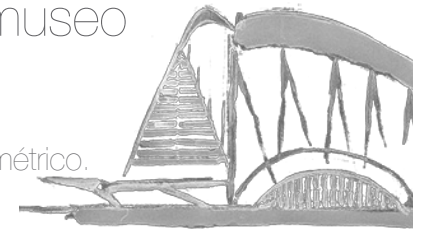


La Elipse.

2

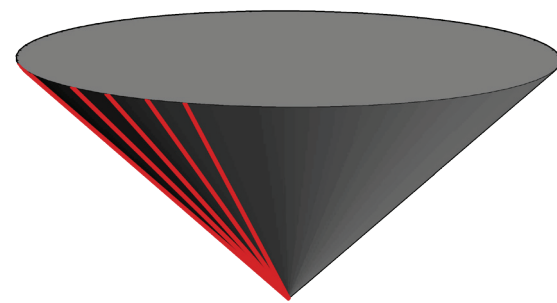
acceso al museo

.3 Análisis Geométrico.

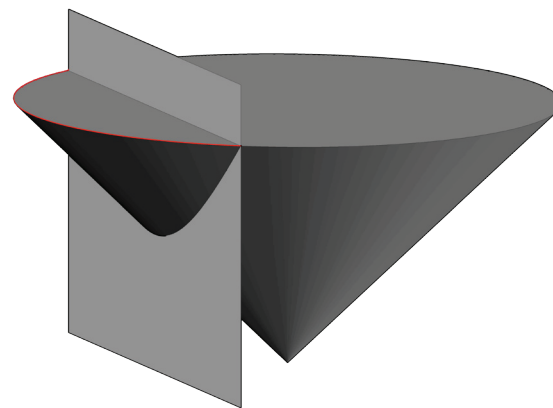


ZAIRA BURGUERA GOMEZ

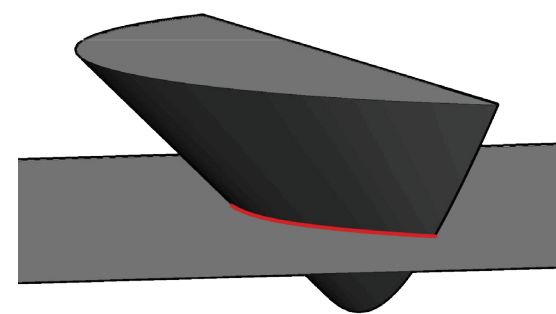
# Formación de la superficie del tímpano



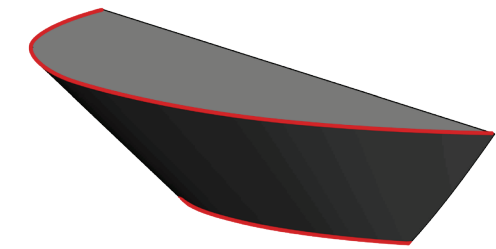
Cono con base Elíptica



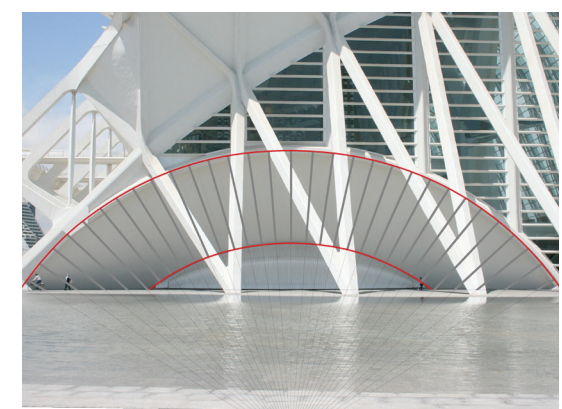
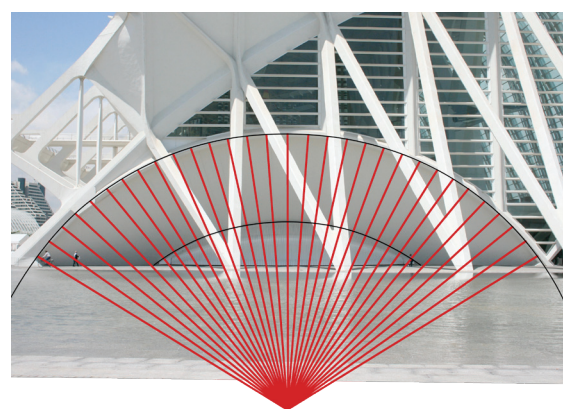
Sección plano perpendicular a la base.



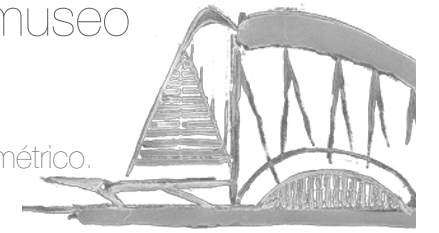
Sección plano paralelo a la base.



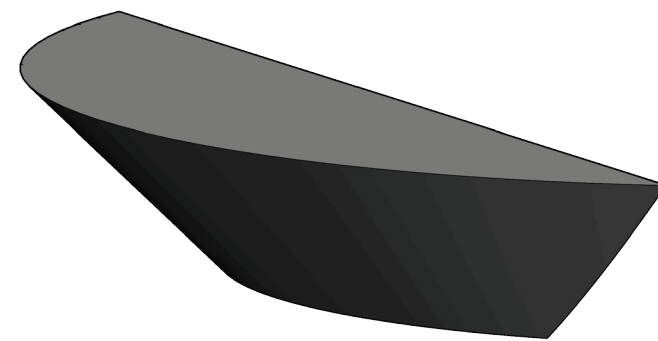
Sección Cono de base Elíptica.



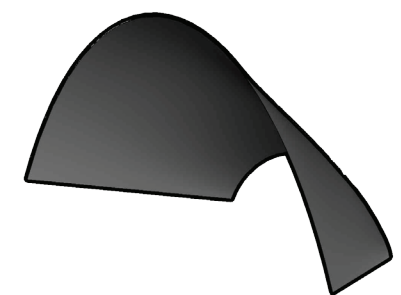
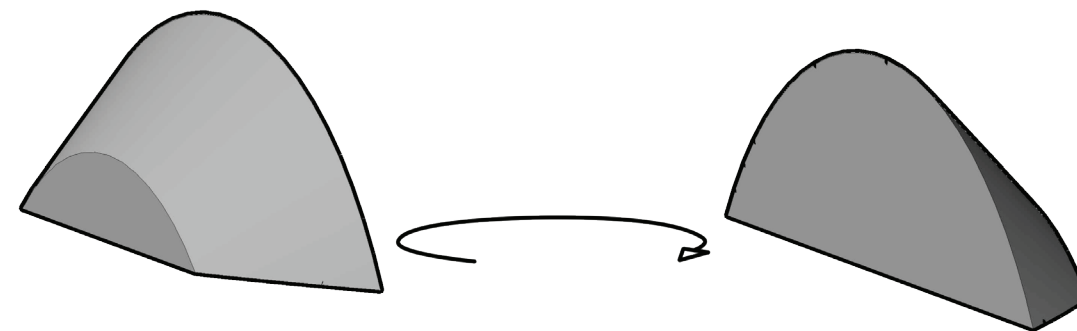
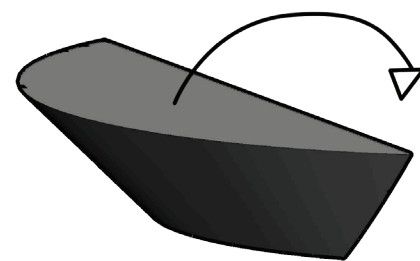


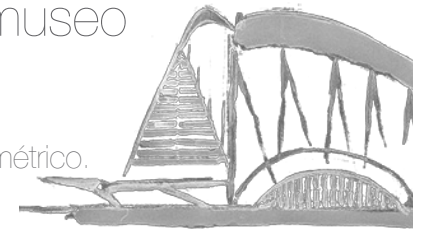


# Formación de la superficie del tímpano



Sección del cono de base elíptica

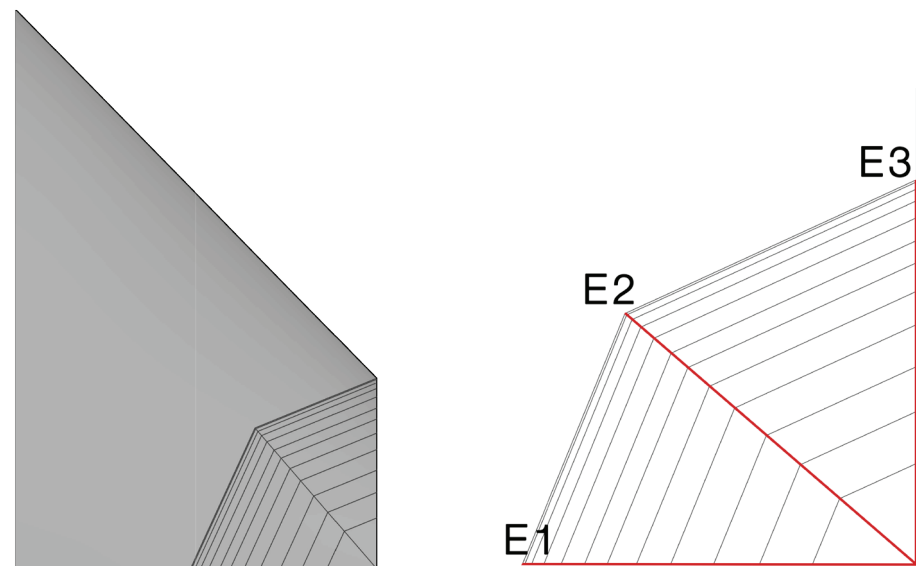




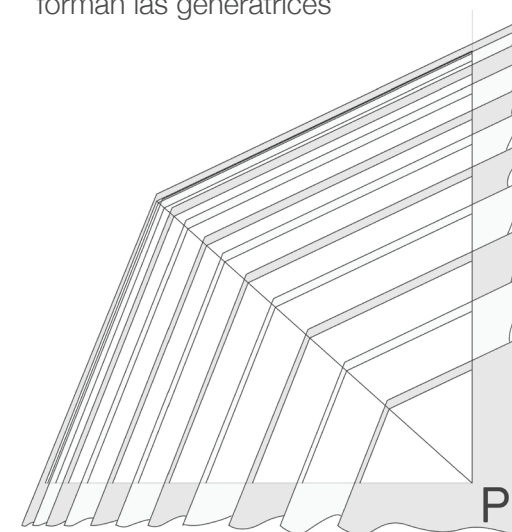
# Formación de la superficie de la cancela

## Superficies regladas de plano director; Convoluta

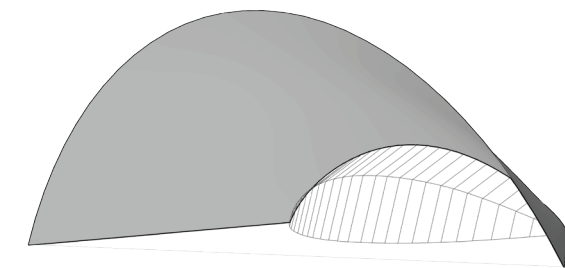
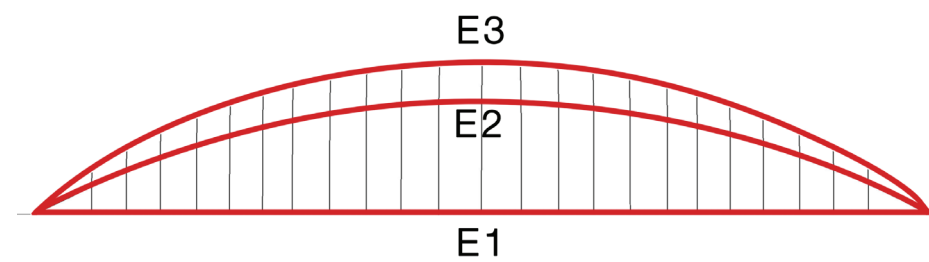
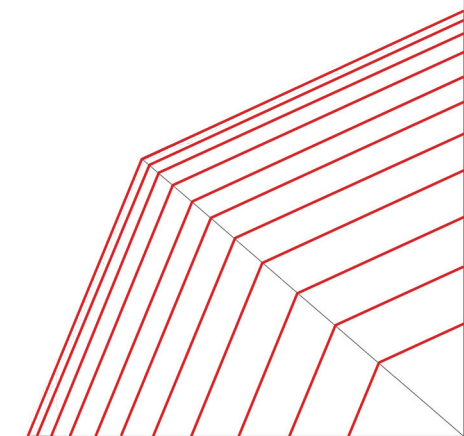
Directrices E1, E2 y E3 formadas por elipses



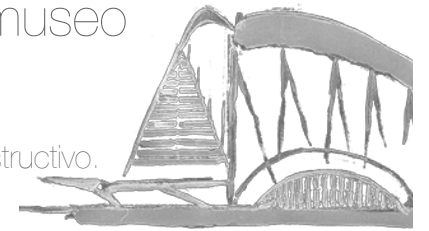
Planos directores son paralelos y forman las generatrices



Generatrices







## 2.4 Análisis Constructivo

### Construcción del Tímpano

#### Movimiento de tierras

La excavación general parte de la cota -7,00, a partir de la cual se desarrollan los vaciados locales donde se sitúan los encepados de los pilotes. En esta cota no se necesita realizar achiques de agua, ya que nivel freático se encuentra en la cota -8,80 m, con variaciones estacionales que pueden llegar hasta la cota -7,80 m.

#### Cimentación profunda

Realizada mediante pilotes con sus respectivos encepados arriostrados. Sobre ellos se construye la solera. Los pilotes empleados son de perforación con entubación recuperable de 65, 85 y 120 cm. Y de profundidad variable entre 30 y 40 m.

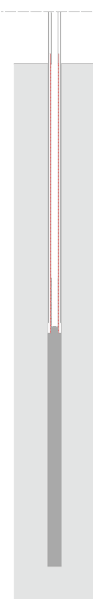
Avance de la tubería con la cuchara.



Introducción de la Armadura.

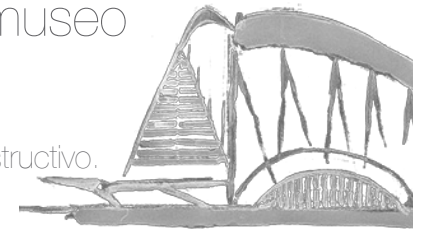


Hormigonado y extracción de la tubería.

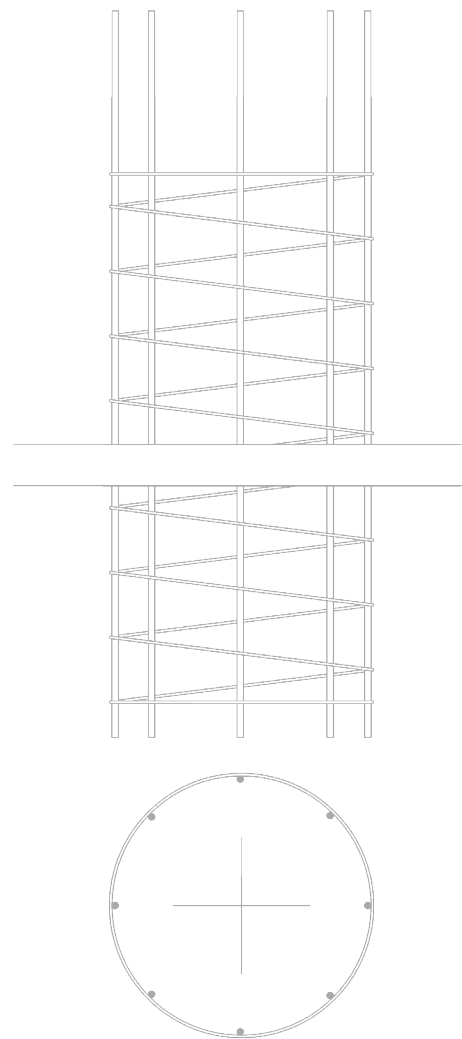


Pilote terminado.



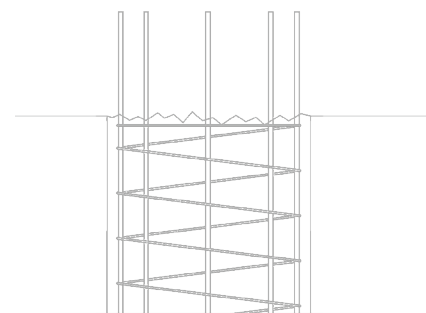


Armadura tipo de los pilotes



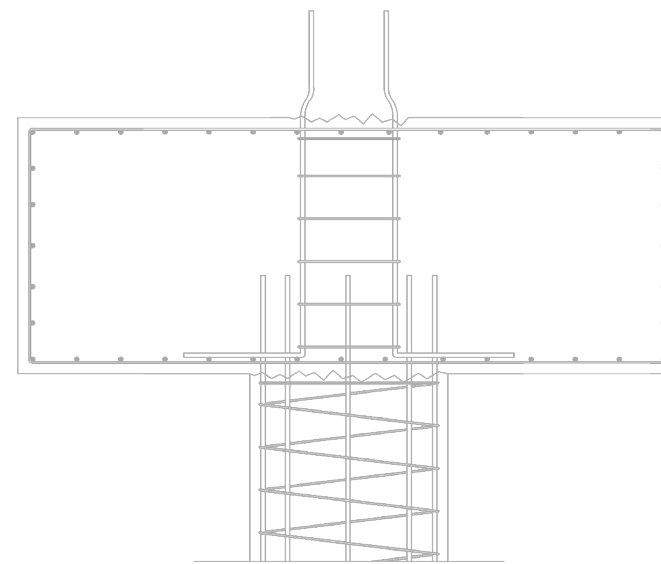
Fases constructivas de la cimentación

El primer detalle muestra el pilote hormigonado, con la cabeza ya limpia, y con las armaduras de espera para su unión con el encepado.



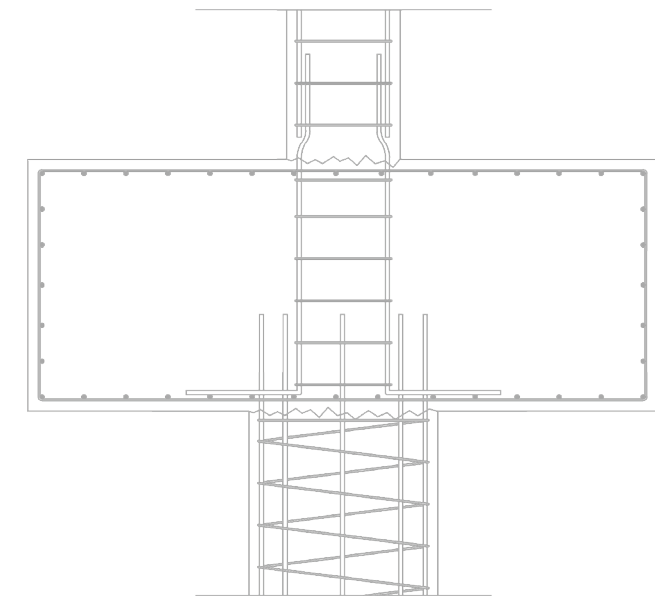
Armaduras de espera del pilote.

En el siguiente detalle ya se encuentra el encepado armado y hormigonado, y con las esperas del arranque del arco. En la mayoría de los casos existen más de un pilote por encepado.



Encepado y armaduras de espera del arranque del Arco.

Y en el último detalle ya están colocadas las armaduras del arco, y hormigonado.



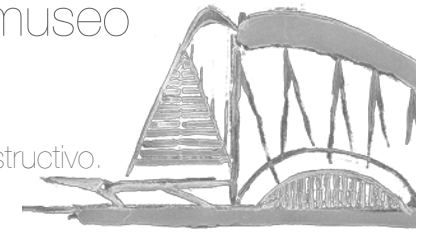
Encuentro de pilote, encepado y arco.



# 2

acceso al museo

.4 Análisis Constructivo.



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

## Estructura

Primero se ejecutan los arcos del tímpano. Para ello, se replantea la posición de los encofrados de los arranques. Se coloca el encofrado y las armaduras. A continuación se coloca el resto de encofrado del arco, que se replantea en tres partes, que son el tramo central y los dos tramos laterales. El tramo central se replantean tres puntos, que son las proyecciones de unos puntos correspondientes con las juntas de los elementos o de dicho encofrado. Posteriormente se nivelan para determinar la altura correspondiente. En los tramos laterales del arco, se replantea el correspondiente eje, así como la cota del fondo del encofrado.

## Comprobaciones

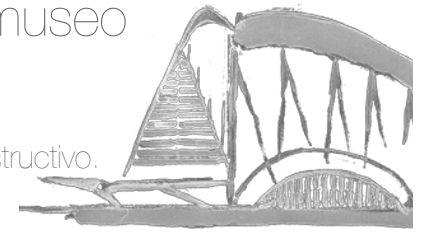
Previo al hormigonado, y una vez finalizados los trabajos de ferralla, se toma una serie de puntos para la comprobación de la situación del encofrado.

## Procedimiento de hormigonado y vibrado

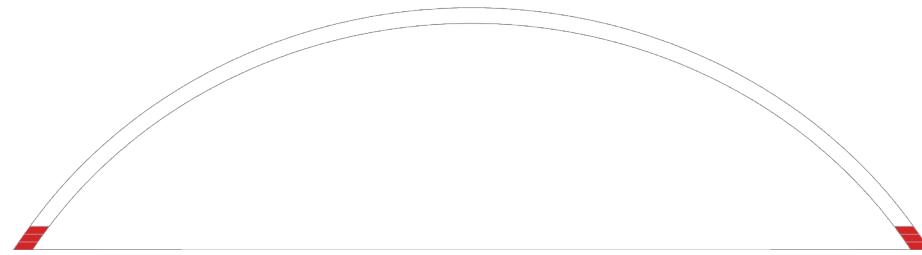
El hormigón empleado es hormigón blanco, y es el acabado final. El hormigonado debe ser vertido de forma que cargue por igual el encofrado. De la forma mas simétrica posible, por lo que debe realizarse con dos bombas. Se comenzará por los arranques llenando primero el fondo. Y las tongadas deben de ser siempre horizontales, con una altura máxima de 0,50 m.



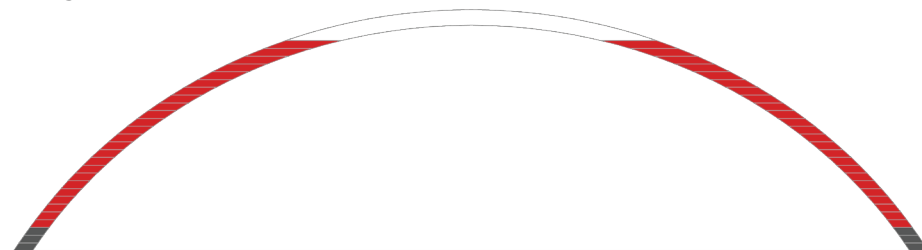




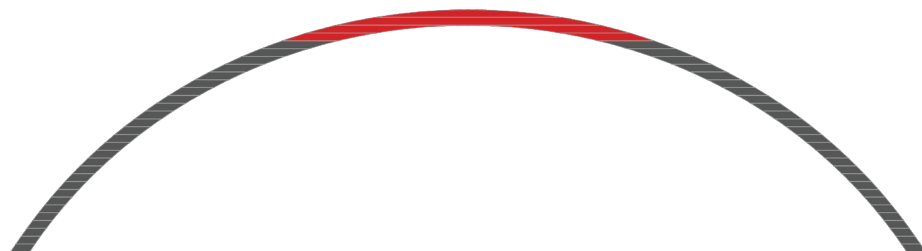
Hormigonado de arranques del Arco



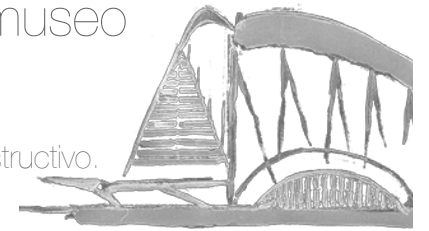
Hormigonado simétrico por tongadas



Hormigonado de la clave

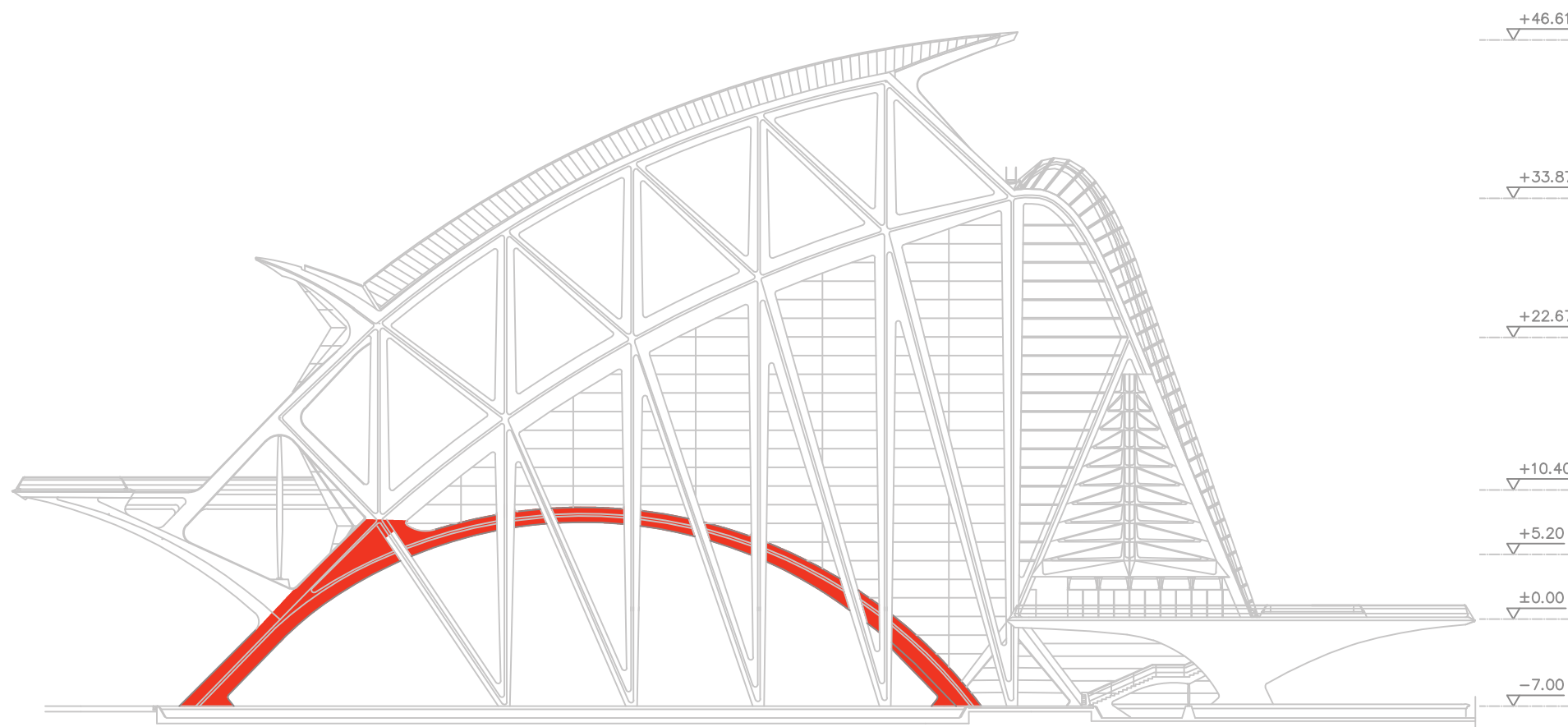




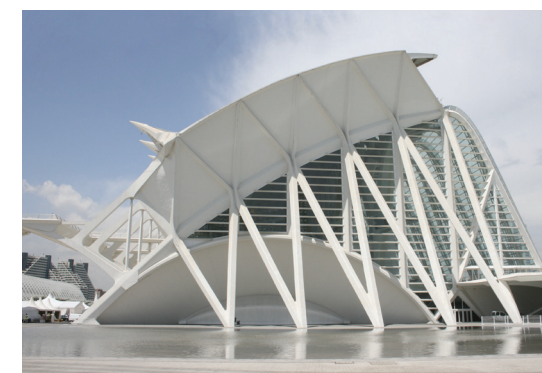
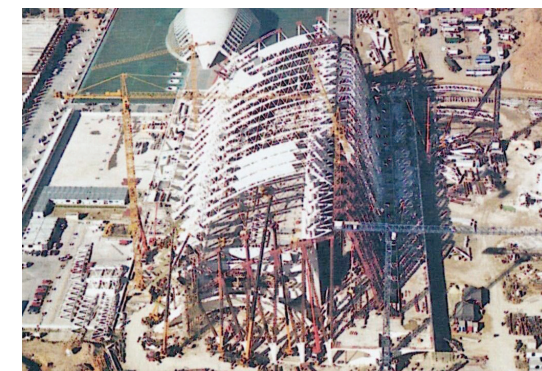


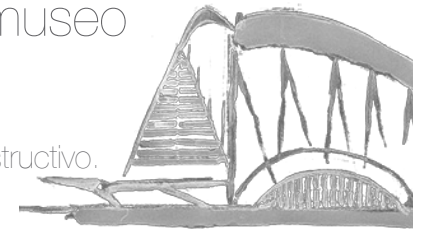
### Arco del Tímpano

Las fachadas laterales están resueltas de forma idéntica. En ambas encontramos el mismo Arco que forma parte de la estructura del edificio. Su geometría viene dada por unos encofrados hechos a medida en taller.

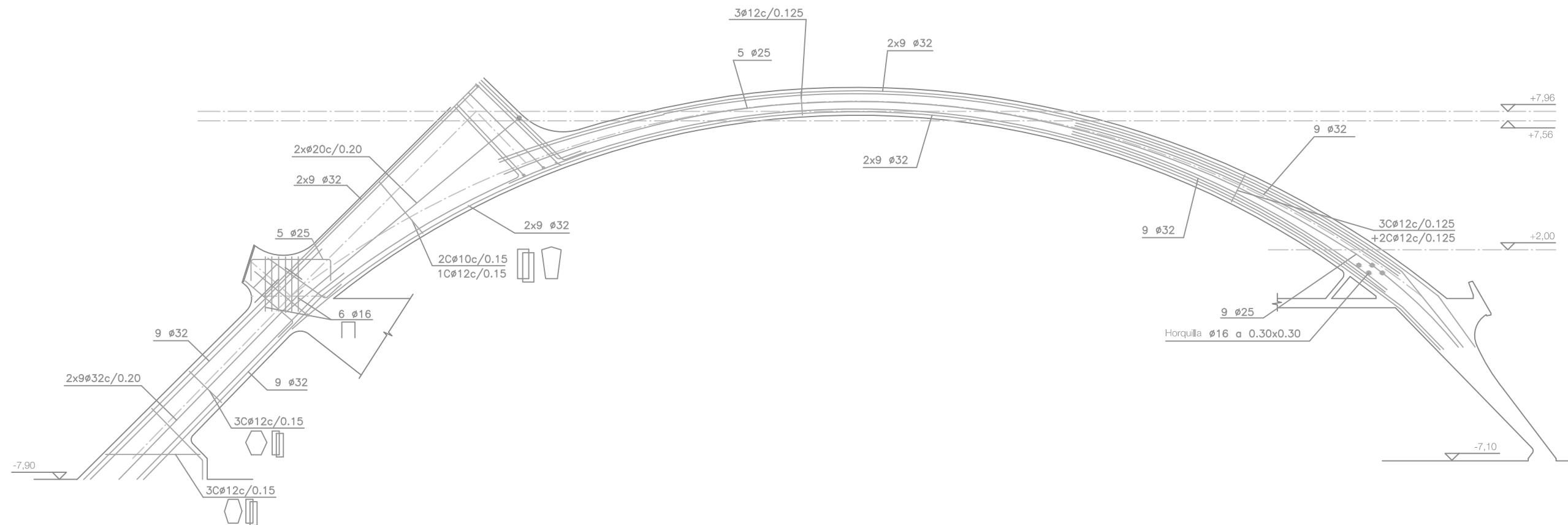


Escala 1:500



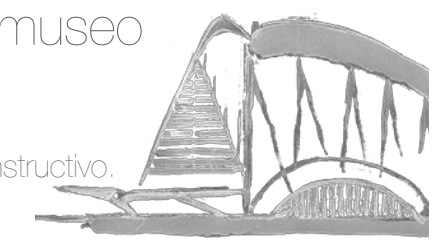


Armado del Arco



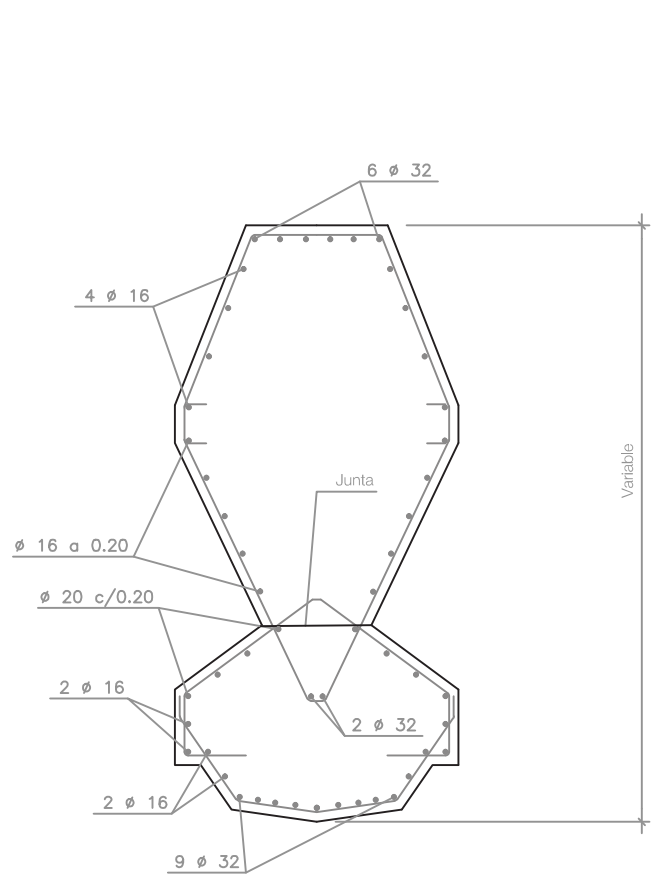
ARMADO ARCO  
Escala 1:200



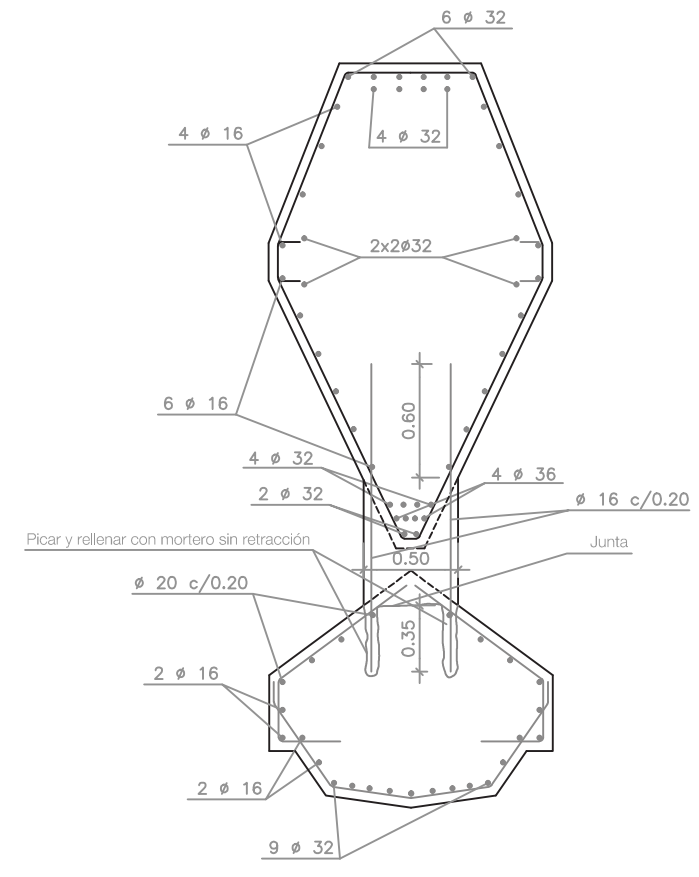


### Detalles del armado del Arco

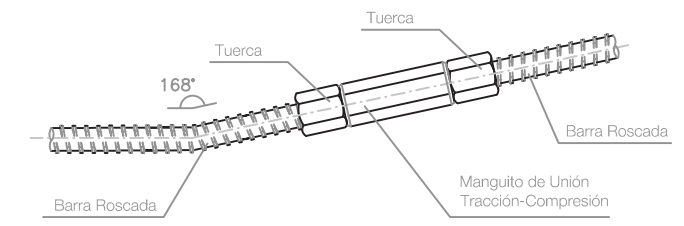
La unión en la base de los dos arcos de la estructura se materializa con una junta. Pero a medida que se separan, para su unión se realizan unos taladros con barras y mortero sin retracción, que hacen la función de armaduras de espera. Y para realizar la unión con el resto de piezas se utilizan barras roscadas con tuercas y manguitos.



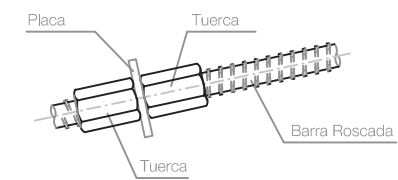
SECCIÓN A-A'  
Escala 1:50



SECCIÓN B-B'  
Escala 1:20

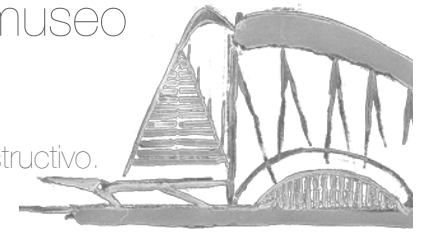


DETALLE DE EXTREMO INFERIOR DE BARRAS  
Escala 1:5



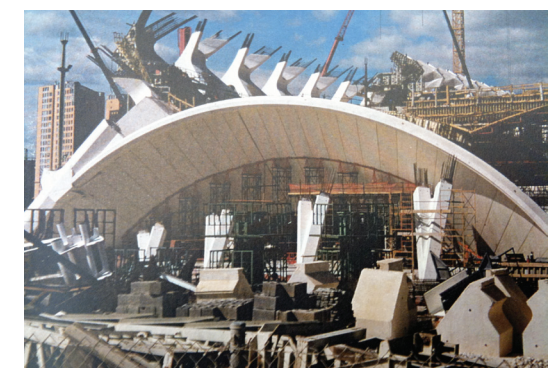
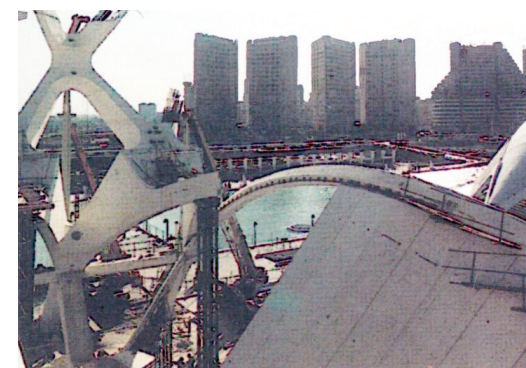
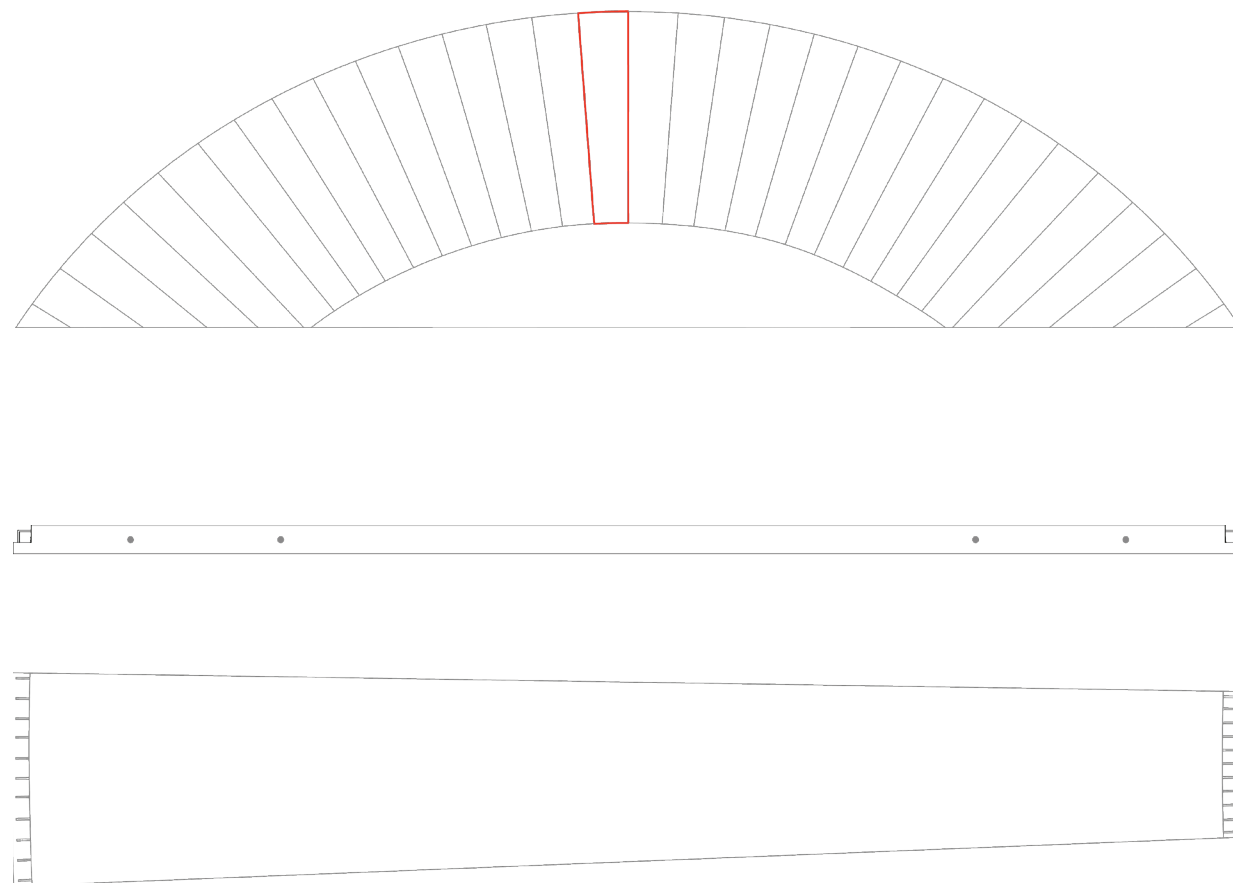
DETALLE DE ANCLAJE DE TRACCIÓN-COMPRESIÓN DE BARRAS  
Escala 1:5

HORMIGON	1.5	1.15	1.5	H-300	AEH-500	NORMAL	NORMAL	INTENSO
ELEMENTO	$\gamma_c$	$\gamma_a$	$\gamma_f$	HORMIGON	ACERO	HORMIGON	ACERO	EJECUCION
	COEFICIENTE DE SEGURIDAD			CARACTERISTICAS		NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD		

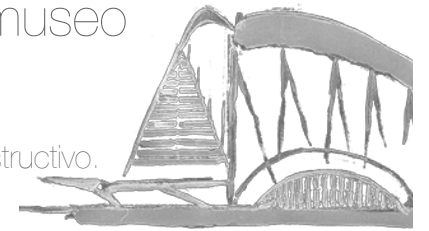


### La superficie del Típano

Esta formada por una especie de dovelas prefabricadas. En obra se realiza el montaje de ellas mediante una grúa que las va montando desde los arranques hacia el centro del arco. Poseen unas perforaciones en los laterales de forma circular para pasar un cableado y tensarlo una vez hormigonado y fraguado.

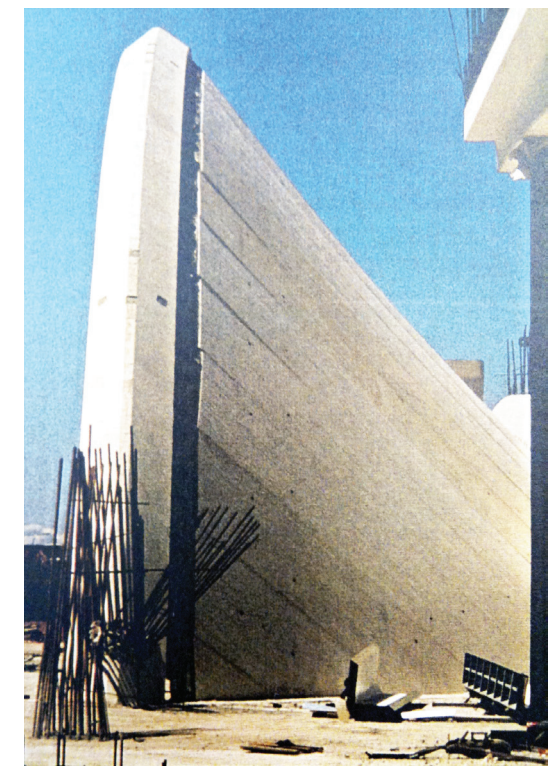
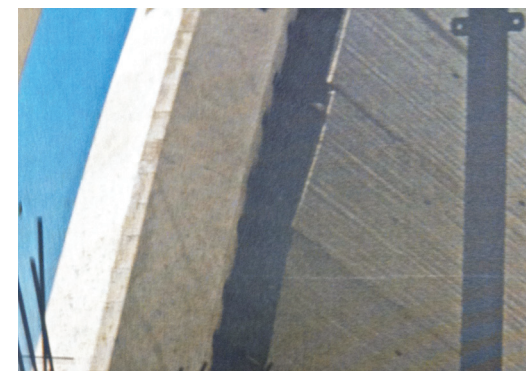
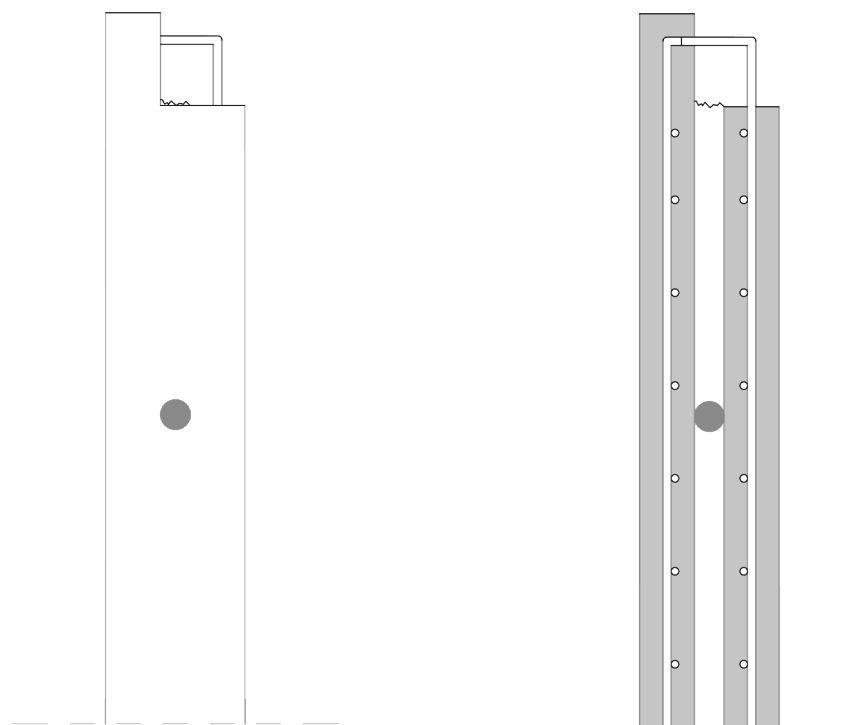


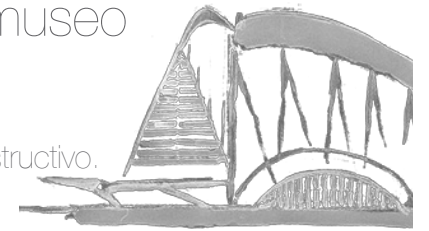




Las dovelas son de hormigón blanco armado, y llevan en su interior una capa de poliestireno expandido como elemento de aligeramiento. El trasdós se quedará con el hormigón blanco como acabado final, mientras que en el intradós se utilizará el trencadís de color blanco como revestimiento.

En las uniones de las dovelas con los arcos, se han dejado previstas unas placas de anclaje para recibir las dovelas prefabricadas. Además, en las dovelas se ha dejado preparado un ángulo con las armaduras de espera, para poder soldar las placas, y hormigonar todas las uniones de las dovelas juntas.





### El trencadís

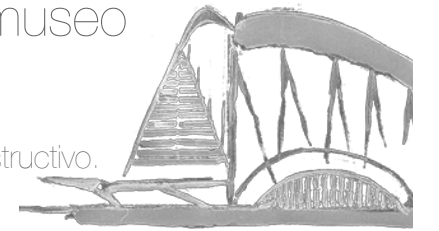
La parte del tímpano que queda en el interior del edificio, se encuentra revestida de trencadís de color blanco. El trencadís es un conjunto de piezas de azulejo cerámico roto, colocadas de forma irregular. Se suministra en mallas de fibra de vidrio para facilitar la colocación en obra. Las mallas se adaptan a las curvas que pueda poseerla superficie de colocación final, y tienen normalmente una superficie de 1 m<sup>2</sup> o menos. Son rellenadas con pedazos de azulejo por operarios especializados, y han de encajar perfectamente entre ellas.



Es importante una buena calidad en el acabado de las mallas.

- Los espacios que dejan las piezas entre si deben ser de una anchura similar en todas las zonas.
- Las piezas cerámicas que componen el trencadís han de ser de un tamaño homogéneo.
- La unión entre las mallas ha de disimularse y tienen que mostrar una continuidad. Algunos trencadís una vez colocados muestran claramente las líneas de unión entre las mallas.
- Se valora que las juntas entre las piezas de los azulejos rotos formen líneas sinuosas que aparenten recorrer todo el mosaico.
- Los azulejos cerámicos tienen sus aristas curvadas es por ello necesario rectificarlas con una muela o una sierra especial para corte en mojado del azulejo, de forma que cuando se rompan las piezas no queden las aristas correspondientes a la línea de fractura "vivas" y las correspondientes al borde de los azulejos curvadas.

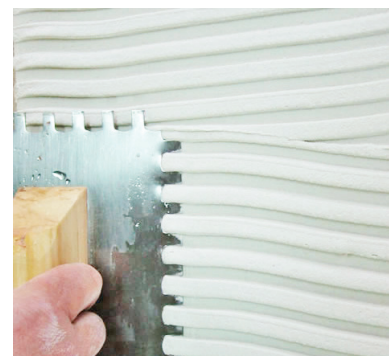




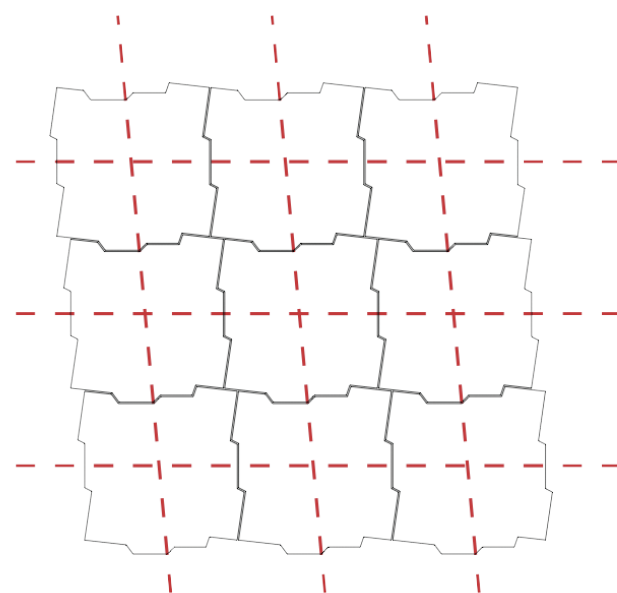
### Colocación del Trencadís

La preparación de la superficie es fundamental para el buen funcionamiento del material, y evitar futuras patologías. Deben estar lisas, maestreadas, ser consistentes y encontrarse limpias.

Como material de agarre se utilizó un adhesivo de poliuretano (PCI Pericol PU Flex, de la casa Basf). El extendido se realizó con una llana, y posteriormente fue peinado con la parte dentada para lograr un espesor uniforme.



A continuación se colocan las mantas como se muestra en la imagen, y se deja endurecer el adhesivo durante 24 horas.



Transcurrido el tiempo de endurecimiento, se procede al rejuntado con pasta (PCI Pericolor Flex, también de la casa Basf).

Esta pasta se esparce con una llana de goma dura, obrando en movimientos circulares para asegurar que todas las juntas se llenan completamente de pasta.



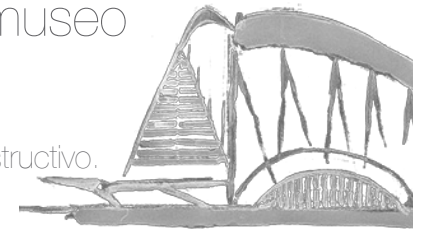
El exceso de pasta se retira en sentido diagonal, para disimular mejor las juntas entre mantas.

Para su limpieza, se debe esperar unos 20 minutos aproximadamente, dependiendo de las condiciones atmosféricas, para el endurecimiento de la pasta.

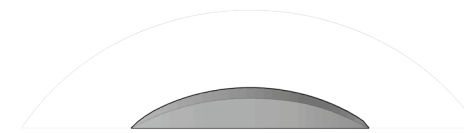


Con una esponja dura y ligeramente húmeda, sin ejercer mucha presión, se limpian los azulejos del sobrante de pasta, con la precaución de no retirar la pasta de las juntas.

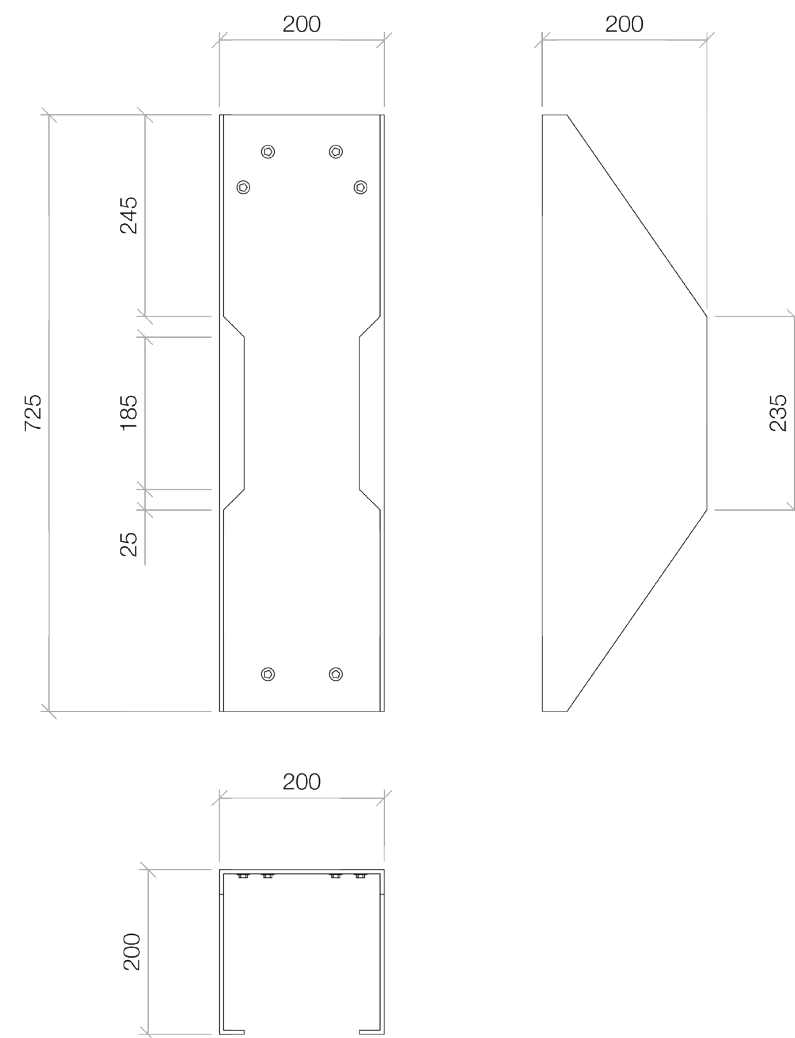




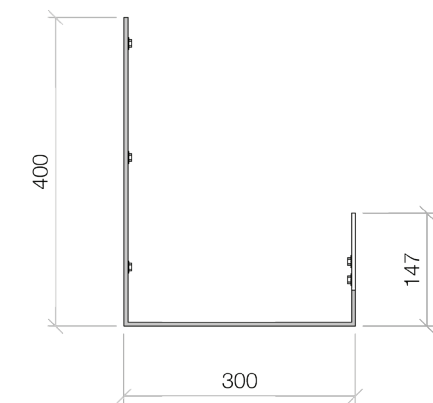
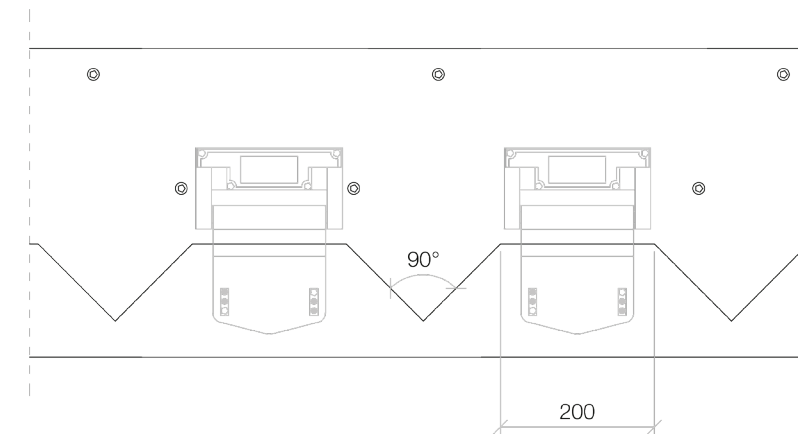
# Construcción de la Cancela



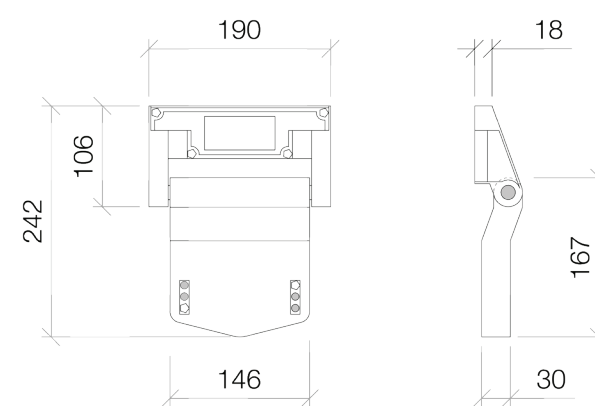
Perfil tipo



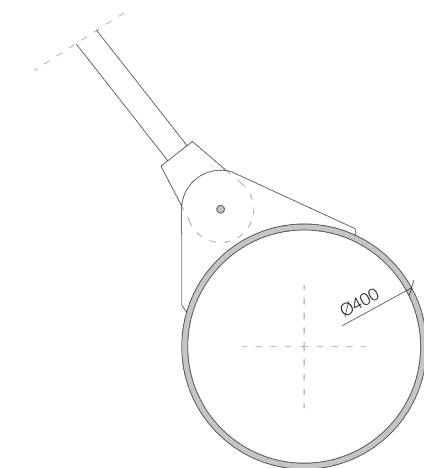
Perfil elipse 3.



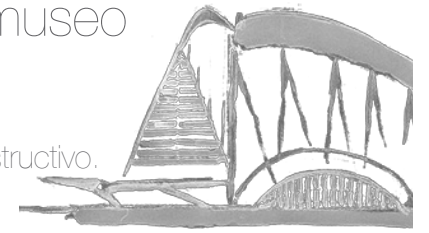
Bisagras de unión entre perfiles.



Perfil circular de la elipse 1.

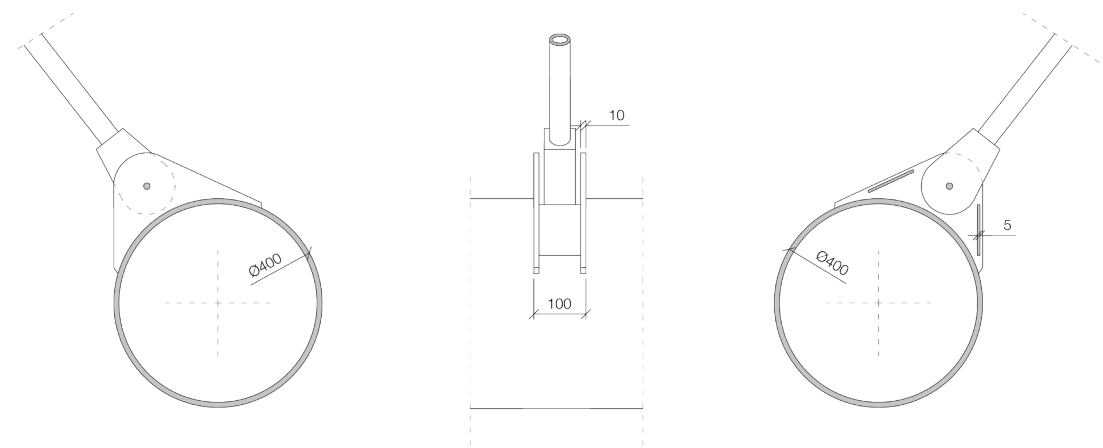




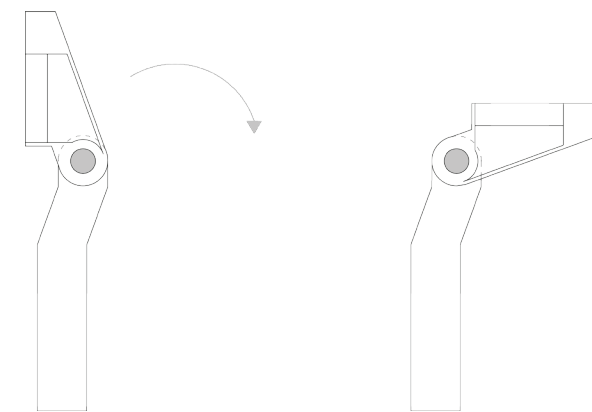


# Mecanismos de apertura de la cancela

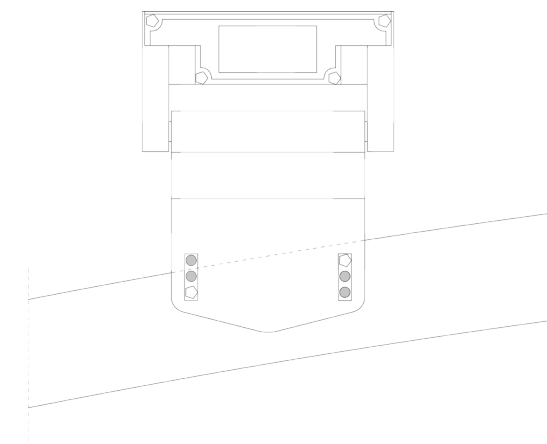
Articulación del Arco 1 con el sistema hidráulico que abre la puerta.

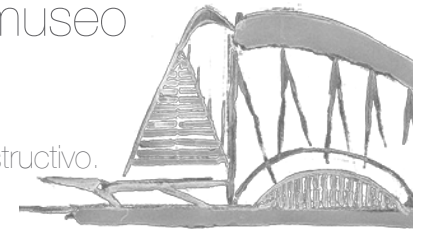


Bisagras de unión entre perfiles.



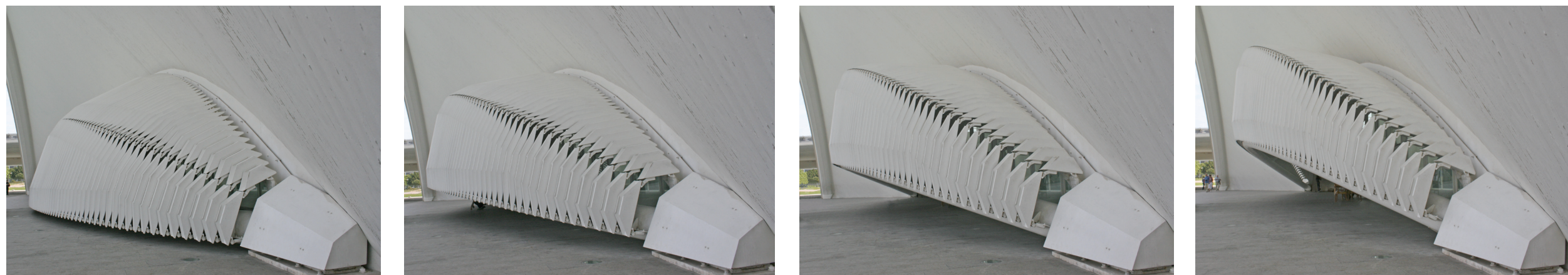
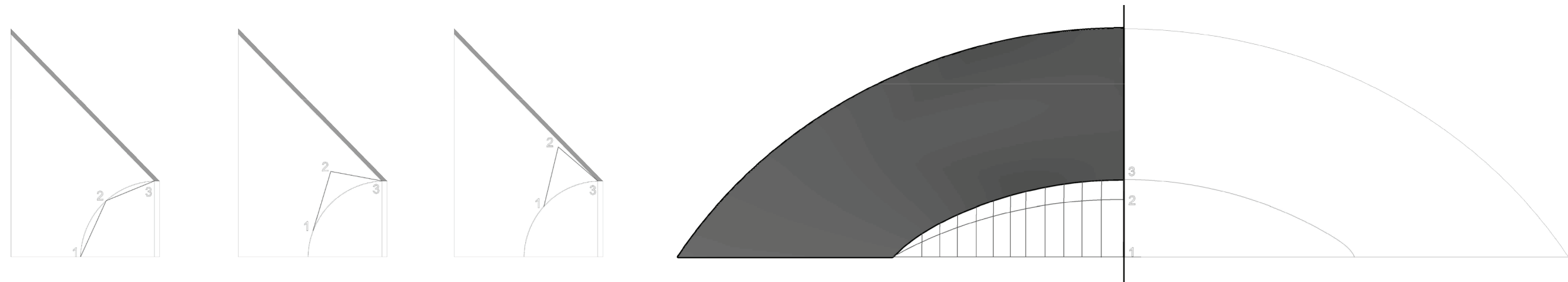
Bisagras de unión entre perfiles y arcos.



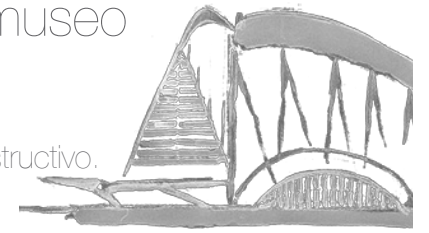


# Apertura de la cancela

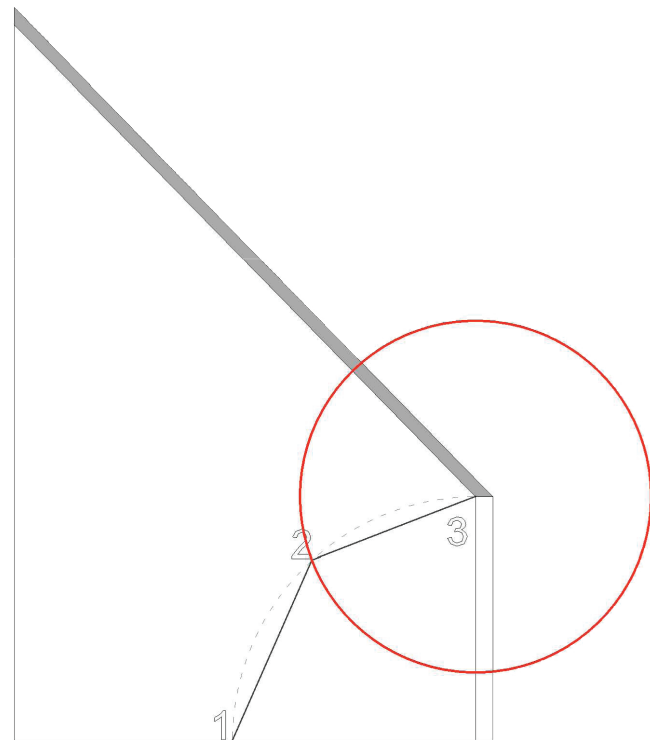
Desarrollo de la apertura de la cancela.



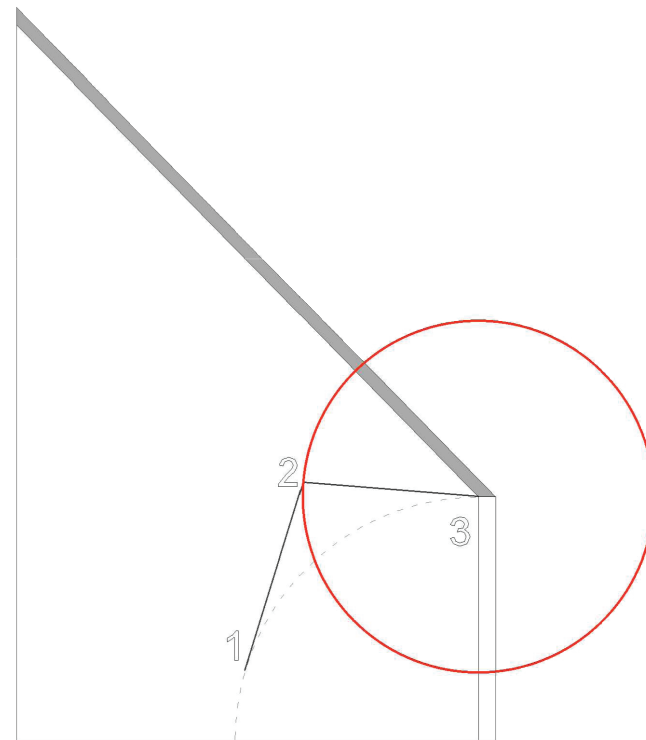




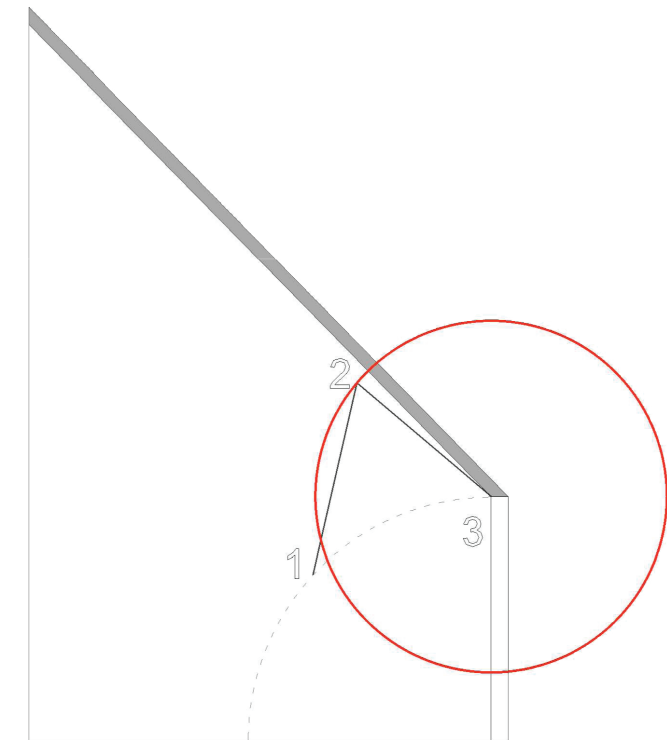
Este es un ejemplo de las “Estructuras plegables” que tanto utiliza Calatrava.



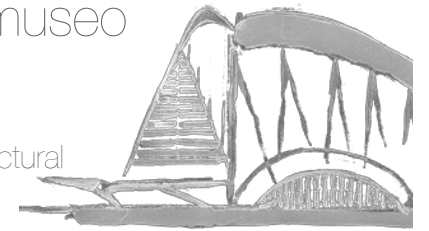
Su configuración permite la transformación de superficies con plano director. Se trata del movimiento de estructuras arquitectónicas utilizando superficies regladas, pero sustituyendo las mismas por sus sistemas de generatrices,



que se materializan en la construcción como barras. Las generatrices se mueven en el plano director e interceptan en una curva “charnela”. En la imagen, la circunferencia de color rojo es la que funciona como charnela, y esta

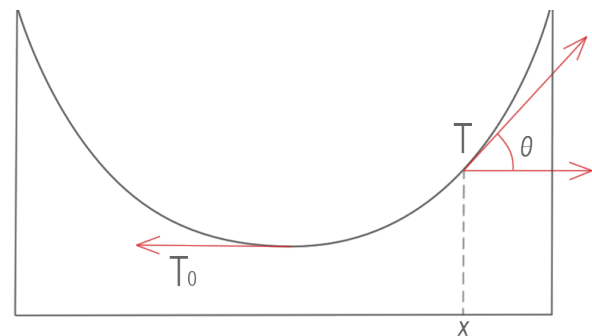


formada por una serie de bisagras que unen las dos superficies y hacen posible su movimiento.

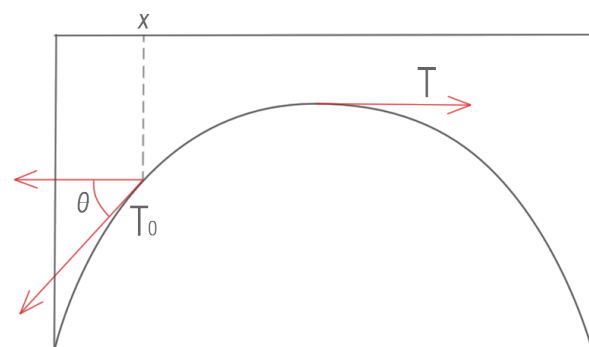


## 2.5 Análisis Estructural

Los arcos están formados por elipses que trabajan de forma similar a la Catenaria. La Catenaria es la forma que adopta una cuerda o cadena cuando se cuelga de dos puntos y sólo soporta su propio peso. Como se ve en la imagen, surge una igualdad de fuerzas que nos da el equilibrio.

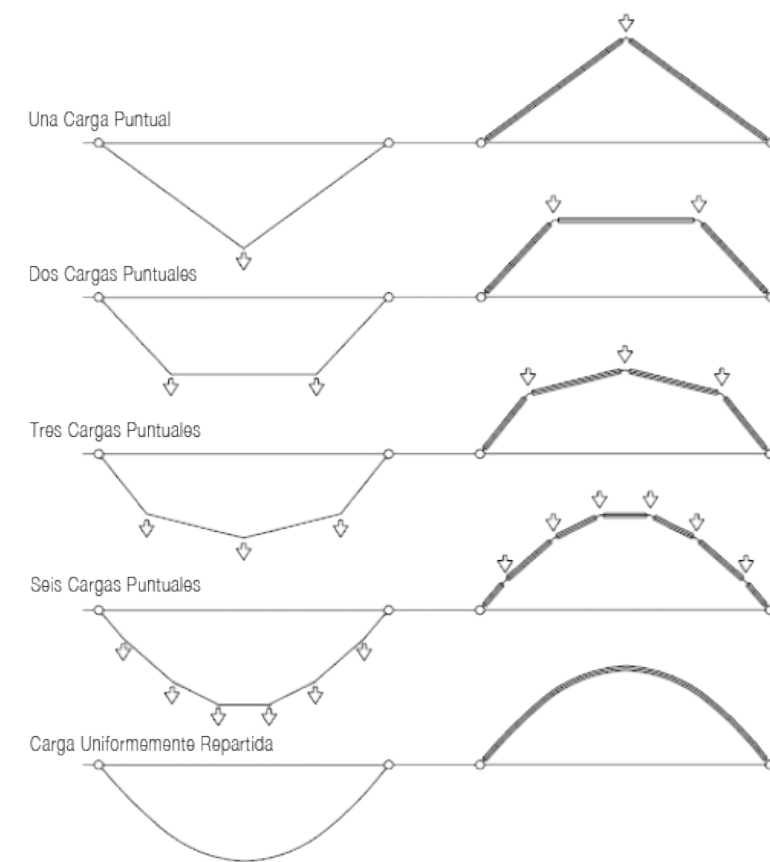


El estudio de la estática del arco catenario invertido demuestra que éste se sostiene a sí mismo. Por la estabilidad que le caracteriza, es la forma óptima para construir arcos que soporten su propio peso. Si estudiamos la estática de un arco que se sostiene a sí mismo descubrimos que el diagrama de fuerzas es el opuesto al de la catenaria, luego el equilibrio sigue manteniéndose.

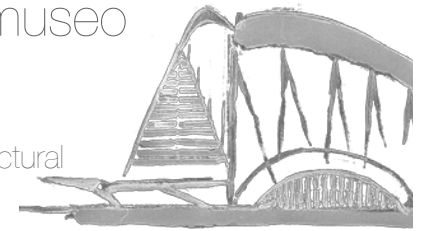


Comportamiento estructural Funicular.

Cuando a el cable se le aplica una carga repartida de forma uniforme, sigue tomando una forma muy similar a la forma de la catenaria. El cable trabaja a tracción, pero si invertimos la figura, nos da la forma del arco correcta para que todo él trabaje exclusivamente a compresión.







Comportamiento estructural Funicular.

Cuando a el cable se le aplica una carga uniformemente repartida, toma una forma muy similar a la de la catenaria. El cable trabaja a tracción, pero si invertimos la figura, nos da la forma del arco correcta para que todo él trabaje exclusivamente a compresión.

Cable con carga repartida

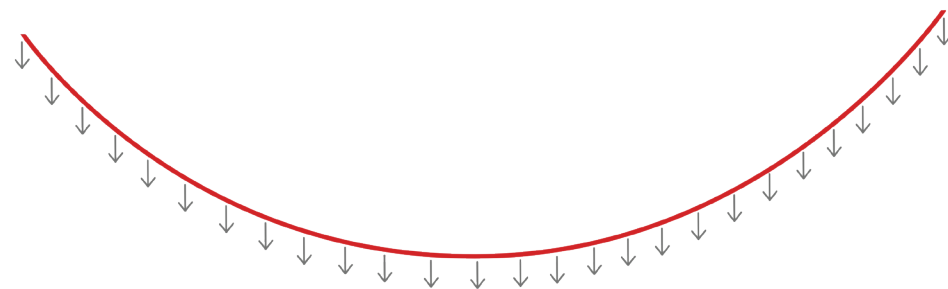
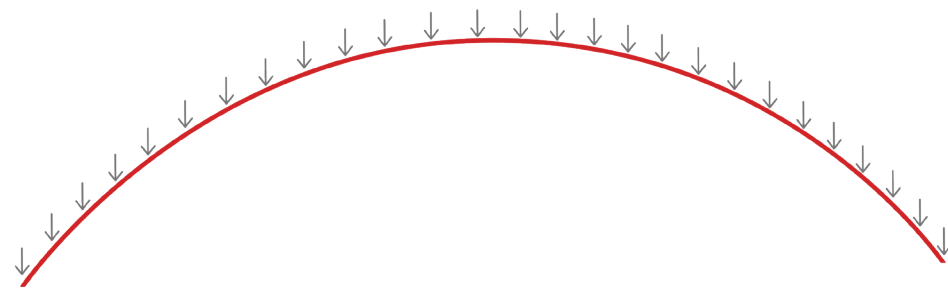
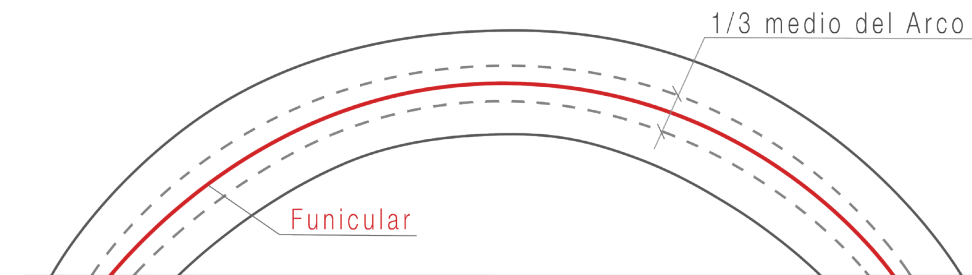


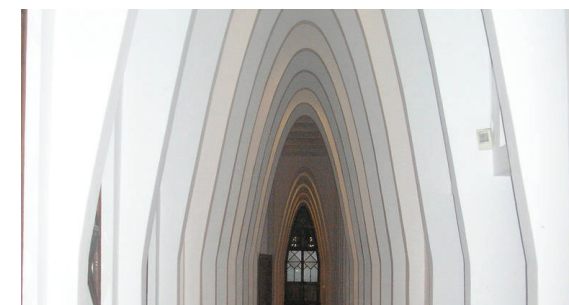
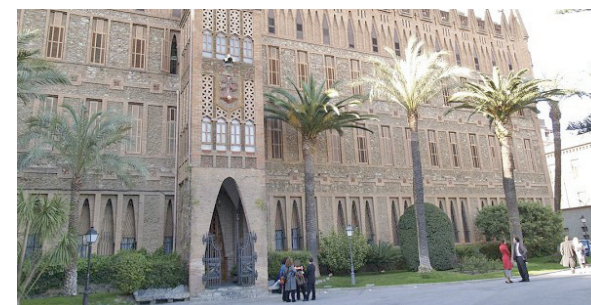
Figura invertida



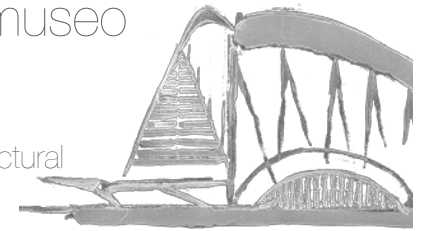
Si se cambian las cargas o la forma del arco, éste cambia la forma de trabajo, y puede llegar a colapsar. Si el material elegido sólo trabaja a compresión, debe mantenerse el funicular dentro del tercio central del arco, para que no se produzcan fisuras, o el colapso.



Antonio Gaudí ha sido uno de los grandes arquitectos de todos los tiempos. Es uno de los primeros en investigar y hacer uso en su obra de la Catenaria. Su interés por este tipo de arcos no es simplemente estructural, sino que los encontraba estéticamente armoniosos. Gaudí expresa "...La catenaria da elegancia y espiritualidad al arco, espiritualidad a la construcción entera." "Evita contrafuertes, el edificio pesa menos, gana una gracia vaporosa y se aguanta sin raros accesorios ortopédicos". La utiliza en muchas de sus obras, como en "La Sagrada Familia", en el "Colegio Teresiano", o en la "Capilla de la Colonia Guell".

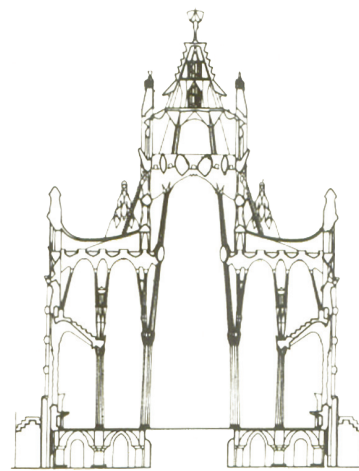




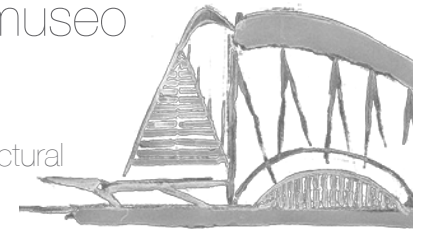


Además, el proceso constructivo de esta curva es sencillo para los trabajadores. Se fijan dos clavos en la parte superior de la flecha, separados a la distancia de la luz del arco, y se suspende una cadena hasta el punto más bajo. Se dibujaba la forma resultante utilizando la cadena como guía y el carpintero construía la cercha correspondiente que luego invertía.

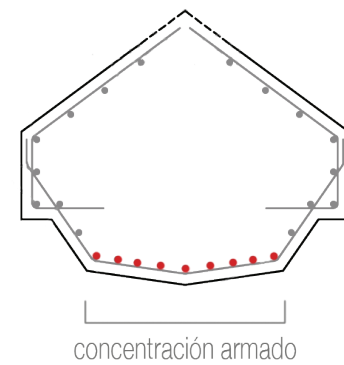
Para sus estudios utilizaba maquetas colgantes. Para la capilla de la Colonia Guell realizo con cadenas una copia invertida a escala 1/10. A la estructura inicial fue añadiendo pequeñas cadenas con pesos proporcionales a las torres que iba a construir. Luego fotografiaba las maquetas, invertía la foto y obtenía la forma ideal de los arcos para luego Se basaba en estas fotografías para luego realizar los planos.







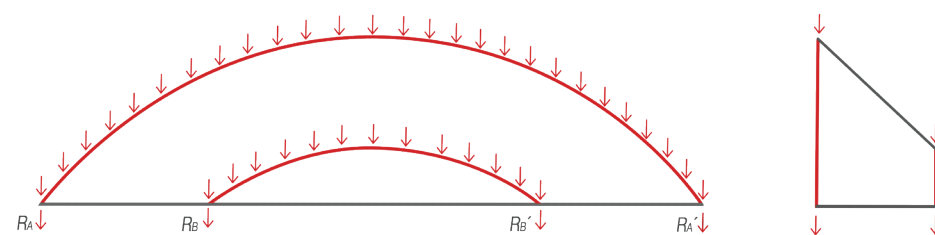
En estructuras muy pesadas como los arcos del Museo Principe Felipe, el peso propio y las cargas permanentes, sin olvidarnos de las cargas de viento, son muy importantes. Estas cargas provocan que el funicular no se mantenga en le tercio medio de la sección del arco, y deja de trabajar exclusivamente a compresión, para trabajar a flexión. Para poder soportar esta forma de trabajo, ayudamos al hormigón que trabaja muy bien a compresión, con barras de acero corrugado, que trabajan a tracción.



Las elipses que forman el tímpano reciben las cargas de las placas prefabricadas. Estas fuerzas se transmiten del arco a la cimentación.

$$R_A = R_A' = 1/2 \text{ Resultante de las fuerzas}$$

$$R_B = R_B' = 1/2 \text{ Resultante de las fuerzas}$$



La Superficie del Tímpano

Las dovelas trabajan de forma muy similar a las vigas, de forma que sus diagramas de momentos flectores son muy parecidos a los de una viga biempotrada. Siendo también muy similar su armado principal.

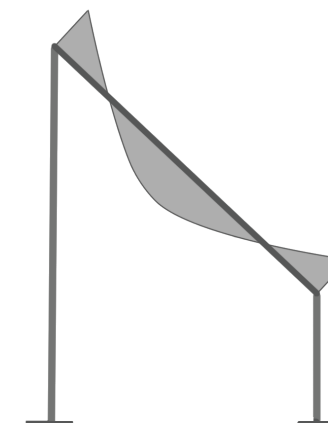
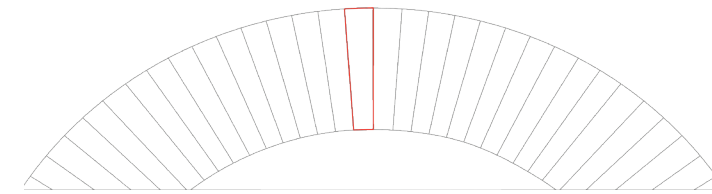
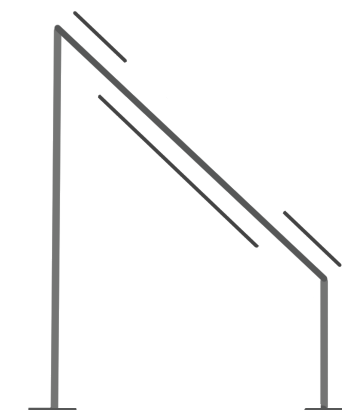
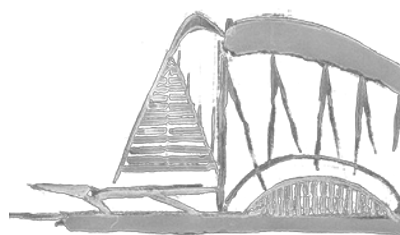


Diagrama Momentos Flectores



Armado principal



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

# 3 Conclusiones



# CONCLUSIONES

Después de un recorrido por las obras de Santiago Calatrava puedo afirmar que se basan en el Movimiento, el Dinamismo y su inspiración en las formas Naturales. En ellas interviene la geometría como fuente generadora de formas. Antes de empezar este proyecto, no pensaba que estuviesen tan unidas la geometría y las matemáticas con los diseños arquitectónicos. Calatrava realiza su doctorado sobre los principios geométricos que se aplican a las estructuras plegables, por ello no es de extrañar que se encuentren presentes en la mayoría de sus proyectos.

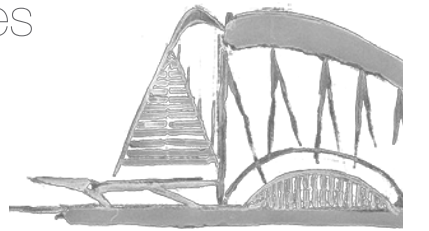
En el Museo de la Ciencia Príncipe Felipe utiliza una de sus “estructuras plegables” para solucionar el acceso de carga y descarga de camiones. Este edificio es de gran escala, y la forma que tiene de armonizar el acceso con el edificio, es crear un gran tímpano alrededor de la cancela de entrada.

Después de analizar la superficie del tímpano y la cancela, su formación, construcción y forma de trabajo, la conclusión es el Tímpano esta generado por la intersección de un cono de base elíptica, con dos planos. Uno de ellos perpendicular a la base y el segundo paralelo a la base.

Su construcción se ha basado en la estabilidad

## 3 conclusiones

### .1 Conclusiones



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

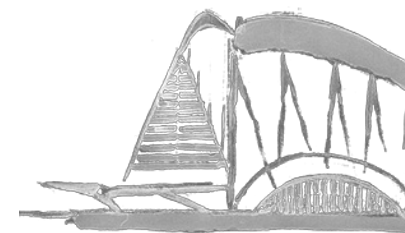
del arco. La elipse funciona de forma similar a la catenaria, siendo autoportante. Gracias a esta característica se construyen primero los arcos y posteriormente se apoyan las placas prefabricadas sobre ellos.

La cancela esta formada por dos convolutas. Son dos superficies regladas de plano director, que comparten una directriz. En este caso se sustituyen las superficies por sus generatrices. Estas generatrices son los perfiles metálicos de la cancela, y su movimiento se realiza en el plano director de cada una de las generatrices.

El movimiento es generado por un sistema hidráulico hace girar una de las directrices (la que se encuentra en la base). Este giro produce el desplazamiento de la segunda directriz (la directriz compartida que realiza la función de “charnela”. Mientras que la tercera directriz siempre permanece fija (se encuentra fijada a la elipse menor del tímpano).

Realizar el estudio de las superficies del Museo Príncipe Felipe, ha hecho que cambie la forma de ver la Geometría.

La aplicación directa de éstas en la vida real, ha conseguido acercarme a ella y así comprenderla mejor.



ZAIRA BURGUERA GOMEZ

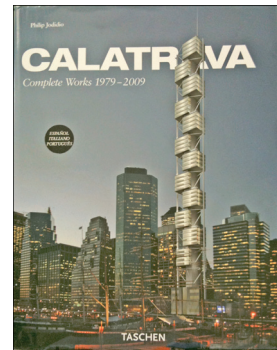
# Bibliografía

4



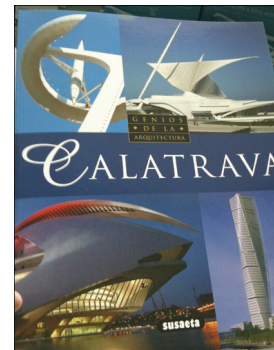


## Libros Consultados



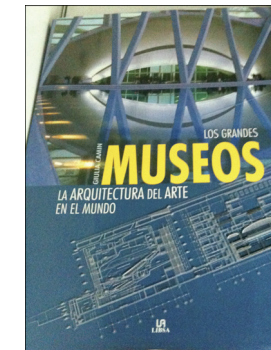
Calatrava: Complete Works 1979-2007  
 Philip Jodidio  
 ed. Taschen

Imágenes y bocetos de los trabajos de Calatrava, con una breve descripción. Se encuentra también en formato A3.

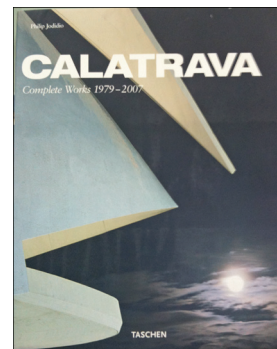


Genios de la Arquitectura: Calatrava  
 Ed. Susaeta

Imágenes de las obras de Santiago Calatrava en general. Explicadas muy brevemente.



Los grandes museos: La Arquitectura del arte en el mundo.  
 Giulia Camin  
 ed. Libsa



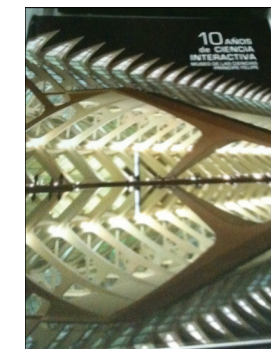
Calatrava: Complete Works 1979-2007  
 Philip Jodidio  
 ed. Taschen

Libro en formato A3 con fotografías muy buenas. Trabajos y bocetos del Arquitecto. Las descripciones de las obras son muy breves.



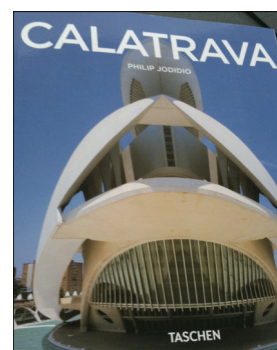
Ciudad de las Artes y las Ciencias  
 ed. CAC,S.A

Reportaje fotográfico de la Ciudad de las Artes y las Ciencias. Sin comentarios.



10 Años de Ciencia Interactiva  
 ed. CAC,S.A

Soló imágenes sin comentarios.



Calatrava  
 Philip Jodidio  
 ed. Taschen

Sigue la línea de los anteriores, pero no es tan completo.



Ciudad de las Artes y las Ciencias  
 ed. CAC,S.A

Solo imágenes. Pero es de los pocos libros que salen imágenes de algunas de las fases constructivas.



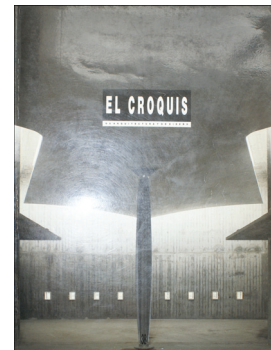
Revista de Obras Públicas  
 nº 3410  
 Mayo 2001

Artículo de cuatro páginas, en las que describe el edificio del museo, de una forma más técnica que el resto de publicaciones consultadas.

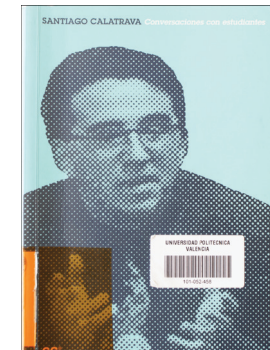


Santiago Calatrava  
 Sergio Polano

Es anterior a la construcción del museo. Contiene la maqueta y los planos del proyecto.



El Croquis nº 38  
 Revista  
 Autobiografía de Santiago Calatrava. Recomendable conocer su vida de primera mano, y saber como vivía la arquitectura, en cada una de sus etapas  
 Fotos de obras menos conocidas, pero interesantes y documentadas.



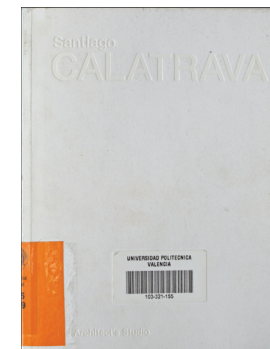
Santiago Calatrava: Conversaciones con estudiantes.  
 Cecilia Lewis Kausel ed. Gustavo Gili  
 Lectura muy amena. Recomendado para comprender la arquitectura de Calatrava.



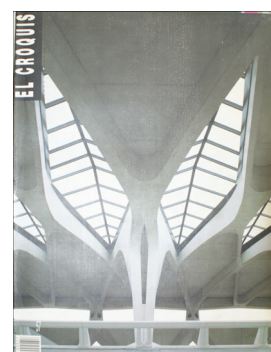
Blanco letras azules  
 Santiago Calatrava  
 Werner Blaser ed. Gustavo Gili  
 No habla del Museo, pero es muy interesante como describe las obras anteriores.



Santiago Calatrava: Structure and Expression  
 McQuaid, Matilda ed. The museum of modern art, New York  
 Es anterior la construcción del museo, sólo aparecen los planos.



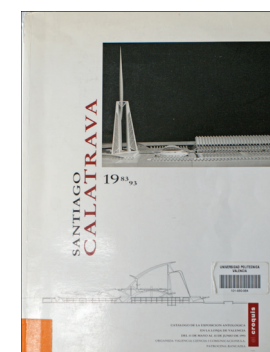
Santiago Calatrava: Architect's Studio  
 ed. Arviniu Förlag  
 Sólo contiene bocetos y maquetas sin comentarios sobre las obras, pero contiene un CD.



El Croquis nº 57  
 Revista  
 Sólo sale la maqueta y los planos antes de construirse. Su publicación es anterior al museo.



Santiago Calatrava  
 Lefaivre, Liane ed. Motta  
 Contiene imágenes, planos de las obras y están explicadas, pero en inglés.



Santiago Calatrava  
 ed. El Croquis  
 Es anterior a la construcción del museo. Contiene los planos y la maqueta, al igual que la revista, pero el libro es más completo.



## 4.2 Empresas consultadas



Empresa constructora (UTE)

La empresa FCC como una de las empresas de la UTE que participo en la construcción del Museo, posee información sobre el proyecto, pero no abren los archivos por la complejidad de la localización del proyecto.



Gestión de Proyecto y Obra CAC S.A.

Remiten a publicaciones, como la revista "El Croquis". Los artículos de estas revistas son anteriores a la construcción del museo, por lo que son de poca ayuda.



Empresa constructora (UTE)

La constructora Acciona dice haber destruido toda la información que poseían del proyecto, por haber transcurrido más de 10 años de su ejecución.



Promotor Generalitat Valenciana.

Se acoge a la protección de datos por la propiedad intelectual, y no proporciona ningún tipo de información.

## 4.3 Páginas Web consultadas



<http://www.caminos.upm.es>  
Curvas y superficies en la arquitectura  
Ramón J. Zoido Zamor



<http://www.cac.es/>  
Edificios  
Museo de las Ciencias Príncipe Felipe

**ViA arquitectura**

<http://www.via-arquitectura.net/>  
Museo de las Ciencias Principe Felipe.  
Valencia.



<http://www.fcco.es/>  
Obras singulares  
Museo de las Ciencias.



<http://www.trencadis.es/>  
Revestimiento interior del Tímpano



<http://www.holcim.es/>  
Museo Príncipe Felipe



## Referencia Fotográfica

[www.fotolog.com](http://www.fotolog.com)

[www.flickr.com](http://www.flickr.com)

[www.minube.com](http://www.minube.com)

[www.wapedia.mobi](http://www.wapedia.mobi)

[www.panoramio.com](http://www.panoramio.com)

[www.myswitzerland.com](http://www.myswitzerland.com)

[www.foto.terpe.it](http://www.foto.terpe.it)

[www.englishforum.ch](http://www.englishforum.ch)

[www.fr.wikipedia.org](http://www.fr.wikipedia.org)

[www.urbanity.es](http://www.urbanity.es)

[www.ahoraarquitectura.blogspot.com](http://www.ahoraarquitectura.blogspot.com)

[www.edwinral.posterous.com](http://www.edwinral.posterous.com)

[www.en.structurae.de](http://www.en.structurae.de)

[www.architecture.about.com](http://www.architecture.about.com)

[www.ricardobofill.es](http://www.ricardobofill.es)

[www.es.wikipedia.es](http://www.es.wikipedia.es)

[www.commonswillimedia.org](http://www.commonswillimedia.org)

[www.objetivomurcia.laverdad.es](http://www.objetivomurcia.laverdad.es)

[www.rinconesdeviaje.blogspot.com](http://www.rinconesdeviaje.blogspot.com)

[www.objetivomalaga.diariosur.es](http://www.objetivomalaga.diariosur.es)

[www.wallpaperstravel.com](http://www.wallpaperstravel.com)

[www.larryspeck.com](http://www.larryspeck.com)

[www.comarcarural.com](http://www.comarcarural.com)

[www.aerodelistasdetenerife.com](http://www.aerodelistasdetenerife.com)

[www.lyonalacerte.com](http://www.lyonalacerte.com)

[www.mimoa.com](http://www.mimoa.com)

[www.sobrecomunidadvalenciana.com](http://www.sobrecomunidadvalenciana.com)

[www.skyscrapercity.com](http://www.skyscrapercity.com)

[www.lynseybarr.blogspot.com](http://www.lynseybarr.blogspot.com)

[www.dancingperfectlyfree.com](http://www.dancingperfectlyfree.com)

[www.elimperdible.ec](http://www.elimperdible.ec)

[www.ask.com](http://www.ask.com)

[www.foro.univision.com](http://www.foro.univision.com)