

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

ESTRUCTURAS LIGERAS
PASARELAS DE MARC MIMRAM

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

Trabajo Final de Grado Julio 2019

TUTOR:
JUAN MARIA SONGEL GONZALEZ

ALUMNO:
CARLOS LUCAS PEREA

UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



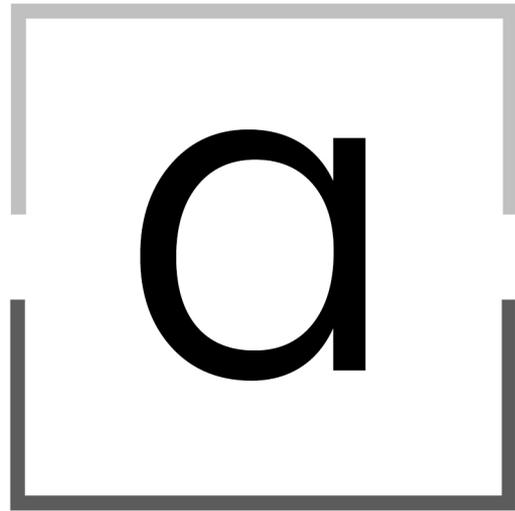
ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

ESTRUCTURAS LIGERAS
PASARELAS DE MARC MIMRAM

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA
Trabajo Final de Grado Julio 2019

TUTOR:
JUAN MARIA SONGEL GONZALEZ

ALUMNO:
CARLOS LUCAS PEREA



resumen

RESUMEN

Marc Mimram, en su doble condición de arquitecto e ingeniero de puentes y caminos, ha dado un nuevo impulso a las estructuras ligeras, siguiendo, por un lado, la tradición de los ingenieros, de búsqueda de la optimización de la forma resistente, resistiendo cada vez más con menos material, y por el otro lado, obteniendo unas obras de una gran calidad formal y riqueza semántica.

El trabajo pretende analizar un número acotado de obras de Marc Mimram, con un denominador funcional común, como son sus pasarelas, intentando establecer, por un lado, una cierta sistematización tipológica, mientras que por el otro, se indaga en diferentes aspectos que ayudarían a explicar las razones de la forma de las obras seleccionadas.

Palabras Clave: Estructura ligera, Marc Mimram, pasarela

RESUM

Marc Mimram, en la seua doble condició d'arquitecte i d'enginyer de ponts i camins, ha donat un nou impuls a les estructures lleugeres, seguint per una banda, la tradició dels enginyers, de recerca de l'optimització de la forma resistent, resistint cada vegada més amb menys material, i per l'altra banda, obtenint unes obres d'una gran qualitat formal i valor semàntica.

El treball pretén analitzar un nombre acotat d'obres de Marc Mimram, amb un denominador funcional comú, com són les seues passarel·les, intentant establir, per una banda, una certa sistematització tipològica, i, per l'altra, indagant en diferents aspectes que ajudarien a explicar els motius de la forma final de les obres seleccionades.

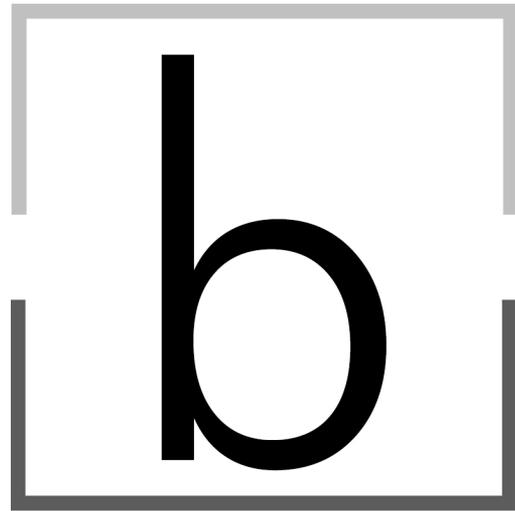
Paraules Clau: Estructura lleugera, Marc Mimram, pasarela

ABSTRACT

Marc Mimram, in his double role of architect and road and bridge engineer, has given a new impulse to light structures, following, on the one hand, the tradition of engineers, seeking to optimize the structural form, resisting more and more with less material, and on the other side, obtaining works of great formal quality and semantic richness.

The work aims to analyze a limited number of works by Marc Mimram, with a common functional denominator, such as their footbridges, trying to establish, on the one hand, a certain typological systematization, while on the other, investigating different aspects that would help explain the reasons for the form of the selected works.

Key Words: Light structure, Marc Mimram, footbridge



índice

ÍNDICE

I. Introducción

I.a. Objeto de investigación

I.b. Objetivos

I.c. Metodología

II. Estructuras ligeras

II.a. Introducción

II.b. Clasificación

II.c. Tipologías

III. Marc Mimram, Arquitecto e Ingeniero

IV. Estudio de las pasarelas en la obra de Marc Mimram

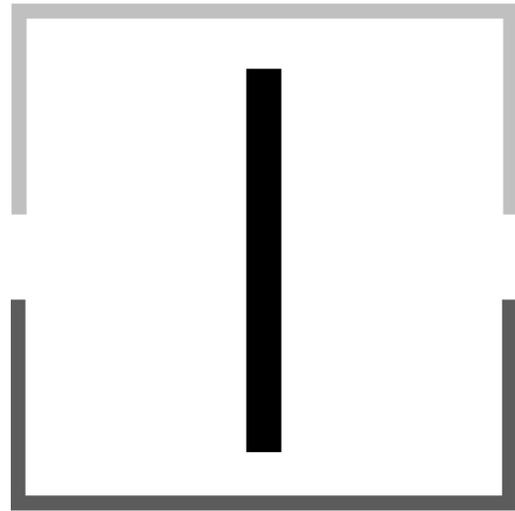
IV.a. Índice

IV.b. Fichas de análisis

IV.c. Tabla resumen

V. Conclusiones

VI. Bibliografía



Introducción

OBJETO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo Final de Grado propuesto está orientado a la realización de un estudio sobre las pasarelas en la obra del arquitecto e ingeniero francés, Marc Mimram, con el fin de analizar las estructuras en sí, en todos sus ámbitos como elementos singulares en la arquitectura y urbanismo. Se pretende mostrar todos los conocimientos adquiridos de las diversas materias impartidas durante el grado, y especialmente la asignatura de composición arquitectónica y estructuras.

Como parte de la investigación se realizarán unas fichas de análisis de cada una de las obras a estudiar, con el fin de recabar y organizar del mejor modo toda la información posible de cada una de ellas. Las pasarelas, al tratarse del mismo autor, se encuentran la mayoría en su propio país, como es lógico, y además podremos ver durante el avance de sus obras en el tiempo, su evolución como arquitecto y soluciones o tendencias puestas en obra. A pesar de analizar solo la obra de dicho autor, no nos deja indiferentes, pues tiene un gran número de obras donde cada una de ellas tiene una solución muy particular que hace único el proyecto.

Finalmente, la intención del trabajo también tiene como finalidad la creación de una tabla que englobe todos los aspectos analizados de cada una de las pasarelas, y con un golpe de vista poder ver o seleccionar una de ellas según sus diferentes elementos o aspectos, con todo lo que ello conlleva con la funcionalidad y relación con el entorno, pero que te puedan ayudar en tu diseño como referencia.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de dicho trabajo son:

I _ Realizar un estudio de las pasarelas en la obra de Marc Mimram. En él se crearán unas fichas de estudio que recabarán toda la información posible con un planteamiento organizado y visual para su consulta.

II _ Reunir toda la información recabada en las fichas para crear una tabla donde se pueda consultar dicha información de forma sencilla e intuitiva.

III _ Sacar conclusiones del tema analizado sobre las estructuras ligeras. Reflexionar sobre su importancia y trascendencia en la arquitectura. La relevancia de trabajar con otros profesionales cualificados.

En definitiva profundizar en las estructuras ligeras de la mano de Marc Mimram.

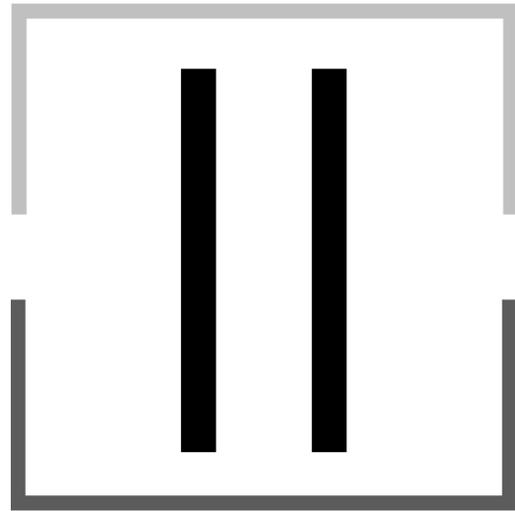
METODOLOGÍA

Las obras de Marc Mimram se encuentran repartidas por toda Francia y por otros países como China. Por tanto, para la realización de este TFG, es imposible hacer un estudio de campo por el desplazamiento que supone, por consiguiente para su estudio se va a proceder con la consulta de toda la información posible a nuestro alcance, bien en libros que podamos encontrar en bibliotecas, páginas web que nos faciliten la visión desde diferentes ángulos de las estructuras y su entorno, para su posterior análisis.

La metodología del trabajo se basa en la elaboración de una ficha de catalogación, que aporta información relevante para la elaboración de un conjunto que englobe toda la información de cada una de ellas. La ficha como hemos comentado anteriormente aportará información sobre su estado en la actualidad, funcionalidad, características, dimensiones, presupuesto, entorno, accesos, materialidad, elementos, tipología estructural, clasificación estructural y su comportamiento.

Una vez analizadas todas ellas, hecha la ficha y mejorada hasta el punto de recabar toda la información posible, se procederá a hacer una tabla que englobe toda la información extraída con el fin de ayudarnos a diferenciar y unir todas ellas por diferentes aspectos que las componen.

Finalmente, se pretende reflejar las conclusiones extraídas de todo el trabajo realizado y de la propia evolución del arquitecto en cuanto a diseño y ejecución de estructuras ligeras.



Estructuras ligeras



Fig. 01_Estructura natural.

Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/601652831442741204/?lp=true>



Fig. 02_Puente de Alcántara

Fuente: https://www.lasexta.com/viajestic/destinos/puentes-romanos-mas-increibles-europa_2017101059dd30700cf2e892aa164f0a.html



Fig. 03_Puente Yavuz Sultan Selim, Estambul.

Fuente: <https://www.lavanguardia.com/vida/20160827/404223031528/inaugurando-puente-colgante-ancho-mundo-estambul.html>

II.a Introducción

La estructura siempre ha sido un componente esencial en la arquitectura, e incluso se podría decir que, en cierto sentido, ella ha dictado el tipo de arquitectura.

Podemos encontrar en la propia naturaleza diferentes tipos de estructuras naturales, en cambio, el hombre desde la antigüedad ha tenido que utilizar materiales y darles forma, para satisfacer sus propias necesidades, bien sea para construir desde un simple refugio para sí y su familia, o bien para construir templos con grades espacios donde rendir culto, mercantear o tratar temas políticos, a lo largo de la historia. Todas estas edificaciones tenían una estructura diseñada y construida por el hombre, la cuales debían tener la capacidad de soportar las inclemencias del tiempo, pesos, cargas y el paso de los años, sin romperse y apenas deformarse.

La finalidad principal de de la estructura es cerrar y delimitar un espacio, aunque en ocasiones, se construyan para unir dos puntos, como es el claro ejemplo de los puentes. Desde los puentes romanos de piedra hasta los largos puentes colgantes, mediante nuevas tecnologías, la utilización de nuevos materiales e incluso programas informáticos de cálculo en 3d (análisis y cálculo estructural por elementos finitos), nos han proporcionan cada vez una mayor libertad de diseño y un mayor aprovechamiento de los materiales son su máxima resistencia. La utilización de menor cantidad de material posible y su máxima resistencia, siempre ha sido el objetivo de todo ingeniero, que junto con los arquitectos, se unen para la búsqueda y realización de las formas más eficaces, desnudas y esbeltas de estructuras ligeras resistentes. [1]

A la hora de diseñar una estructura esta deben tener en cuenta y cumplir tres propiedades principales: la resistencia, la rigidez y la estabilidad. Pero cuando se trata de un puente hay que sumar otras propiedades a tener en cuenta como la aptitud de servicio, la eco

nomía y la estética. Y de estos dos últimos no hay normativa que te lleve por un buen camino sino unos conocimientos o reglas de buena práctica y del talento creativo del autor del proyecto.

Todo ello nos lleva al objeto de estudio de este TFG, donde vamos a analizar un número acotado de pasarelas de Marc Mirma, donde además se ve el proceso evolutivo de diseño de un arquitecto e ingeniero de puentes y caminos. La pasarela como tal se puede decir que es un puente, pero en realidad al ser una obra de ingeniería de menor escala, por su menor envergadura y carga, tiene una mayor libertad de diseño, que es donde entra en juego el autor de proyecto, ya que es tratada como un elemento singular para unificar todos los aspectos anteriormente comentados, creando una pasarela elegante, funcional y relacionada con el entorno.

Las pasarelas al igual que tantas otras obras han ido avanzando y han sido reinterpretadas y actualizadas. Al considerarse desde diferentes perspectivas, como por ejemplo situando el punto de vista desde abajo, han propiciado un replanteamiento del orden, poniendo en sintonía todo elemento de la estructura y aportando belleza a todo su conjunto, con soluciones elegantes gracias a los avances tecnológicos. Por tanto, las pasarelas, consideradas como estructuras ligeras han participado de la misma evolución que han seguido las estructuras ligeras a partir de las láminas delgadas de hormigón, uno de cuyos máximos referentes fue el ingeniero Eduardo Torroja, en el desarrollo de la vanguardia científico-técnica de la construcción civil y arquitectónica.

En los años 60, las estructuras laminares ampliamente difundidas llegando a la plenitud de su conquista, que justo fue además cuando de forma paralela, se iniciaron también nuevos caminos tecnológicos basados en la utilización de estructuras ligeras de mallas y redes de cables tensados de nuevos materiales; textiles, plásticos, o vidrio. Frei Otto fundó el Instituto de Estructuras Ligeras de Stuttgart, en 1964, que de alguna manera representó la continuidad histórica de la "Aventura Laminares" iniciada con las láminas delgadas de hormigón, en la década de los años 20, y que como

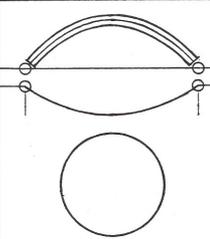
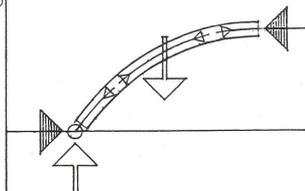
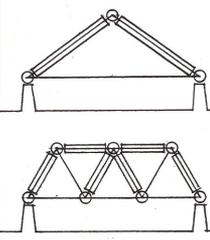
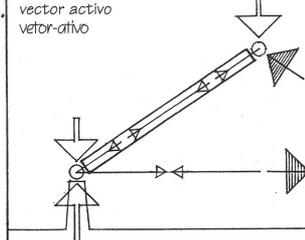
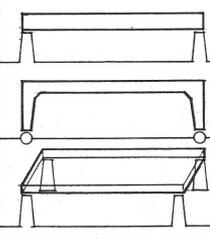
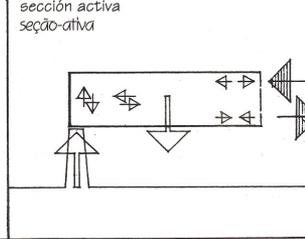
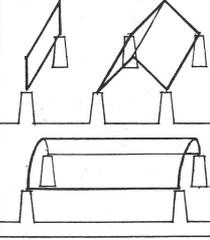
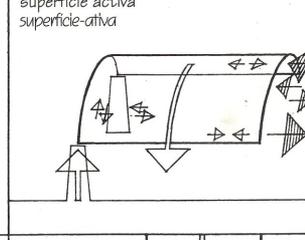
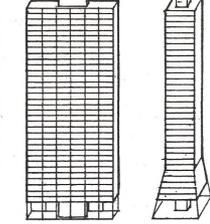
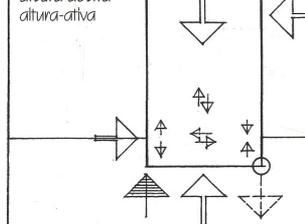
tal también pretende desde un camino tecnológico y estructural muy diferente, la conquista de la ligereza de las formas laminares resistentes y su racional esbeltez, pero protagonizadas por otros materiales y tipos estructurales capacitados para crear nuevas formas arquitectónicas.

La nueva generación de las estructuras ligeras de la mano de Frei Otto, que poco después junto con el arquitecto Günter Behnisch y los ingenieros de Leonhardt und Andrä – con Jörg Schlaich como jefe de proyecto – ejecutaron un proyecto de gran envergadura, la cubierta del Estadio Olímpico de Múnich. [2]



Fig. 04 Estadio Olímpico de Múnich

Fuente: https://www.google.com/search?q=estructuras+ligeras+estadio+Olimpico+de+Munich&rlz=1C1CAFA_enES799ES799&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi9q_ih9KPjAhXPxoUKHR8KC7gQ_AUIECgB&biw=1517&bih=694#imgdi-i=-_tYMvi-a6s1zM:&imgcr=m14qWZlz3w79OM:

1	FORMA FORMA	Prototipo / Protótipo	Fuerzas Forças	Característica Característica	Mecánica de la transmisión de cargas Mecânica de redistribuição de forças
1	FORMA FORMA	 <p>arco funicular arco funicular cable suspendido cabo de suspensão anillo circular anel circular globo balão</p>	<p>compresión o tracción</p> <p>compresão ou tensão</p>	<p>línea de apoyo línea de empuxo</p> <p>catenaria catenária</p> <p>círculo círculo</p>	<p>forma activa forma-ativa</p> 
2	VECTOR VETOR	 <p>cercha triangular treliça triangular celosía viga entrelaçada</p>	<p>compresión y tracción</p> <p>compresão e tensão</p>	<p>triangulación</p> <p>triangulação</p>	<p>vector activo vetor-ativo</p> 
3	SECCIÓN TRANSVERSAL SEÇÃO CRUZADA	 <p>viga viga pórtico pórtico losa laje plana</p>	<p>flexión fuerzas cortantes</p> <p>seção de forças flexionadas</p>	<p>perfil seccional</p> <p>perfil de seção</p>	<p>sección activa seção-ativa</p> 
4	SUPERFICIE SUPERFÍCIE	 <p>lámina placa lámina plegada nervada placa dobrada membrana cilíndrica casca cilíndrica</p>	<p>fuerzas de membrana</p> <p>tensões de membrana</p>	<p>forma bidimensional</p> <p>forma módulo</p>	<p>superficie activa superfície-ativa</p> 
5	ALTURA ALTURA	 <p>lámina laje torre torre</p>	<p>(condiciones complejas)</p> <p>(condições complexas)</p>	<p>transmisión de las cargas al suelo</p> <p>estabilização de carga de solo</p>	<p>altura activa altura-ativa</p> 

II.b. Clasificación

Las pasarelas, objeto de análisis van a ser clasificadas según su estructura, por la clasificación de los sistemas estructurales en la edificación según Heino Engel. **Sistemas Estructurales-Heino Engel.** [3]

Fig. 05 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

[3]. Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 40.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 40.

1.- Forma Activa: [4]

Definición:

“Las estructuras de forma activa son sistemas portantes de material flexible, no rígido, en los que la transmisión de cargas se efectúa a través de una forma adecuada y una estabilización de la forma característica.”

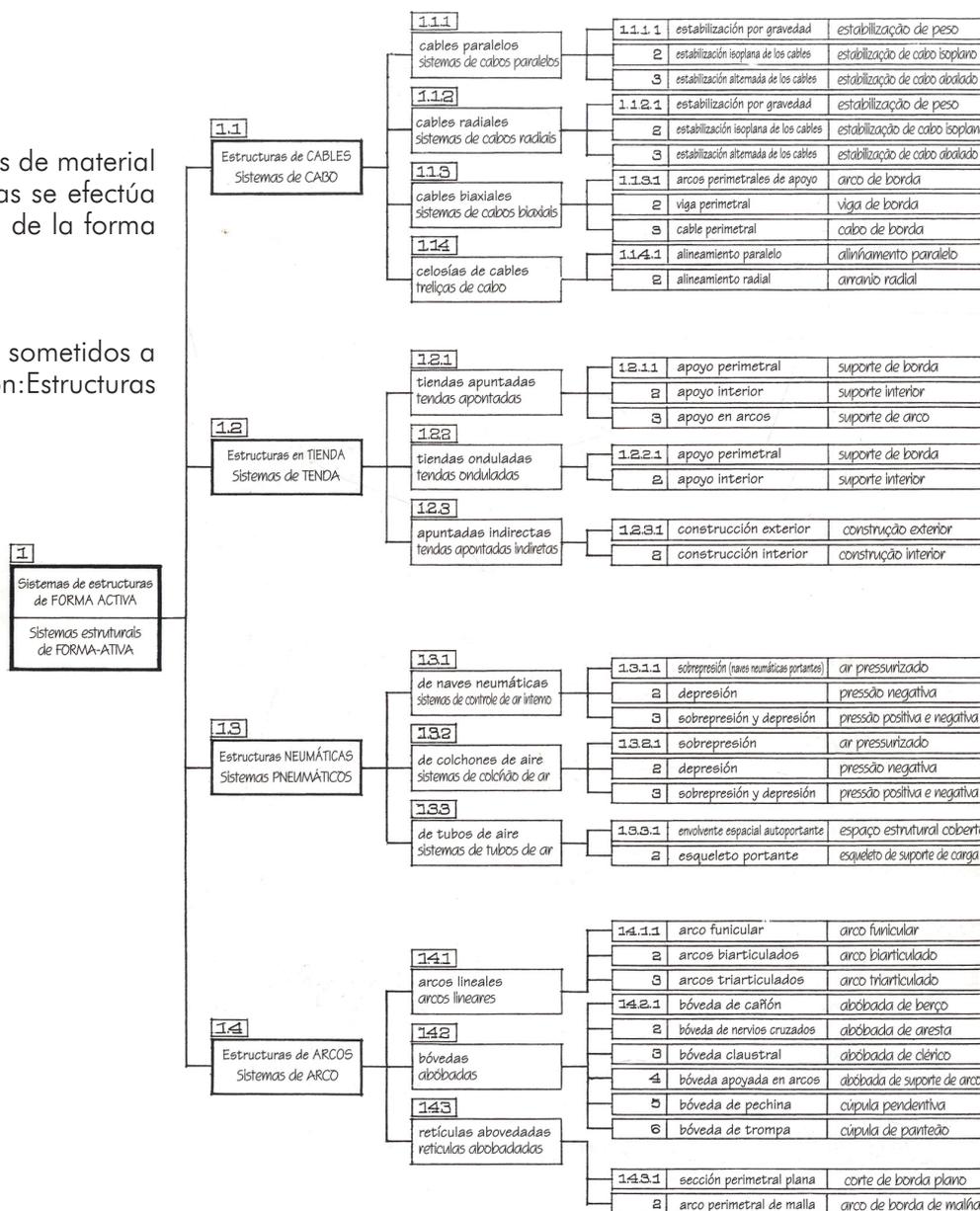
Fuerzas:

“Los componentes básicos de la estructura sólo están sometidos a esfuerzos normales, es decir, a compresión o tracción: Estructuras en estado de tensiones sencillo.”

Características:

“Las características estructurales más típicas son:”

- Catenaria (línea de suspensión)
- Arco funicular
- Círculo



[4]. Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 59.

Fig. 06 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 46.

2.- Vector Activo: [5]

Definición:

“Los sistemas de estructuras de vector activo son sistemas portantes formados por elementos lineales (barras), en los que la transmisión de las fuerzas se realiza por descomposición vectorial, es decir, a través de una subdivisión multidireccional de las fuerzas. ”

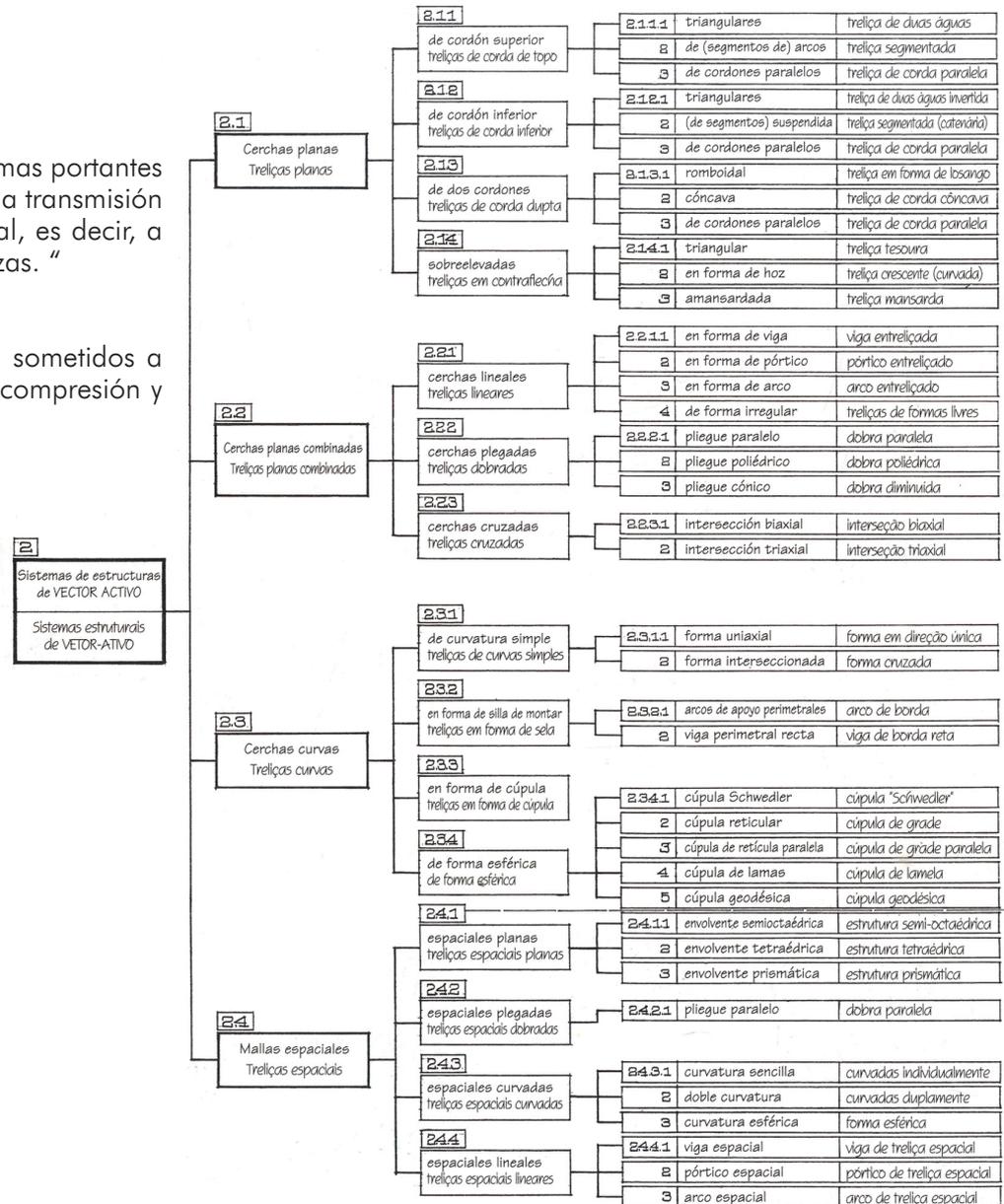
Fuerzas:

“Los elementos del sistema (cordones, barras) están sometidos a compresión o bien a tracciones: Sistemas mixtos de compresión y tracción.”

Características:

“Las características estructurales típicas son:”

- Triangulación
- Unión mediante nudos



[5]. Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 135.

Fig. 07 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 48.

3.- Sección Activa: [6]

Definición:

“La estructuras de sección activa son sistemas estructurales de elementos lineales rígidos y sólidos -incluyendo su forma compacta de losa- en los que la transmisión de cargas se efectúa por movilización de fuerzas seccionales.”

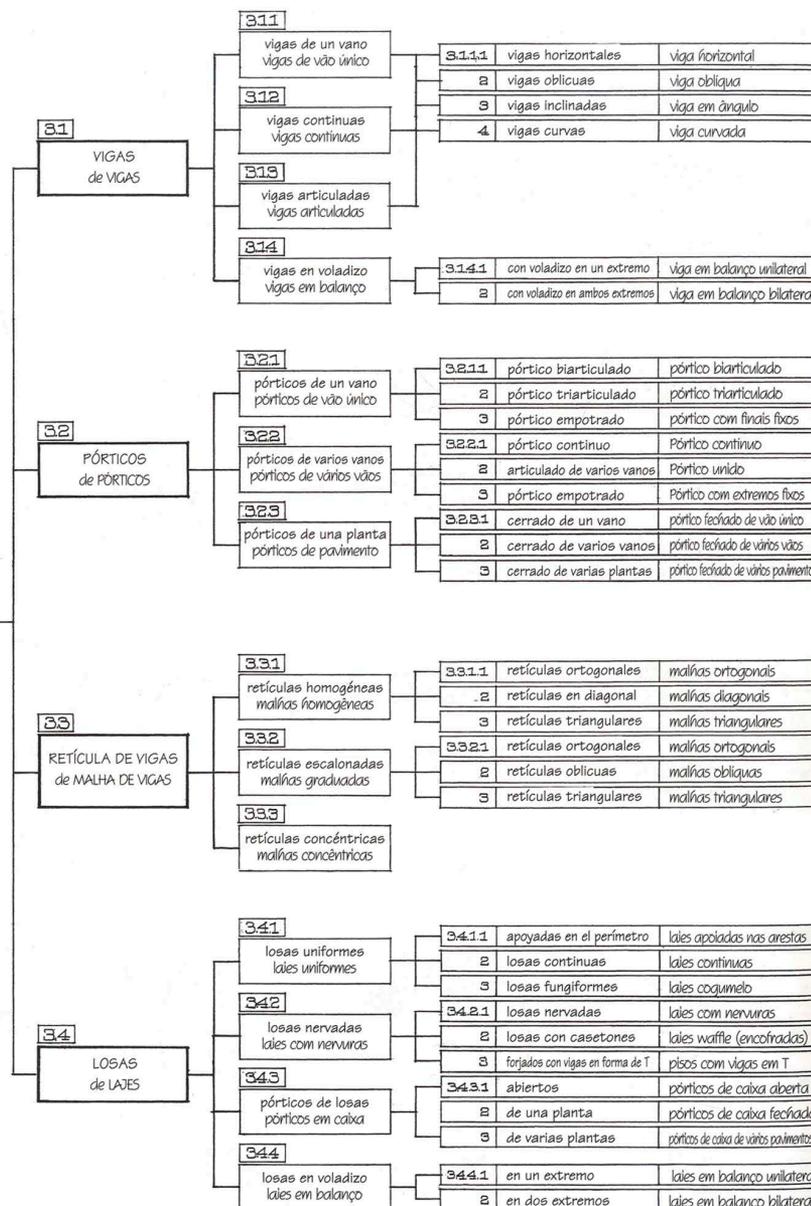
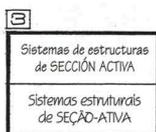
Fuerzas:

“Los componentes de la estructura están sometidas en primer lugar a flexión, es decir, a esfuerzos internos de compresión, tracción y cortantes: Estructuras en estado de flexión.”

Características:

“Las características estructurales más típicas son:”

- Perfil de la sección
- Continuidad de la masa



[6]. Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 173.

Fig. 08 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 50.

4.- Superficie Activa: [7]

Definición:

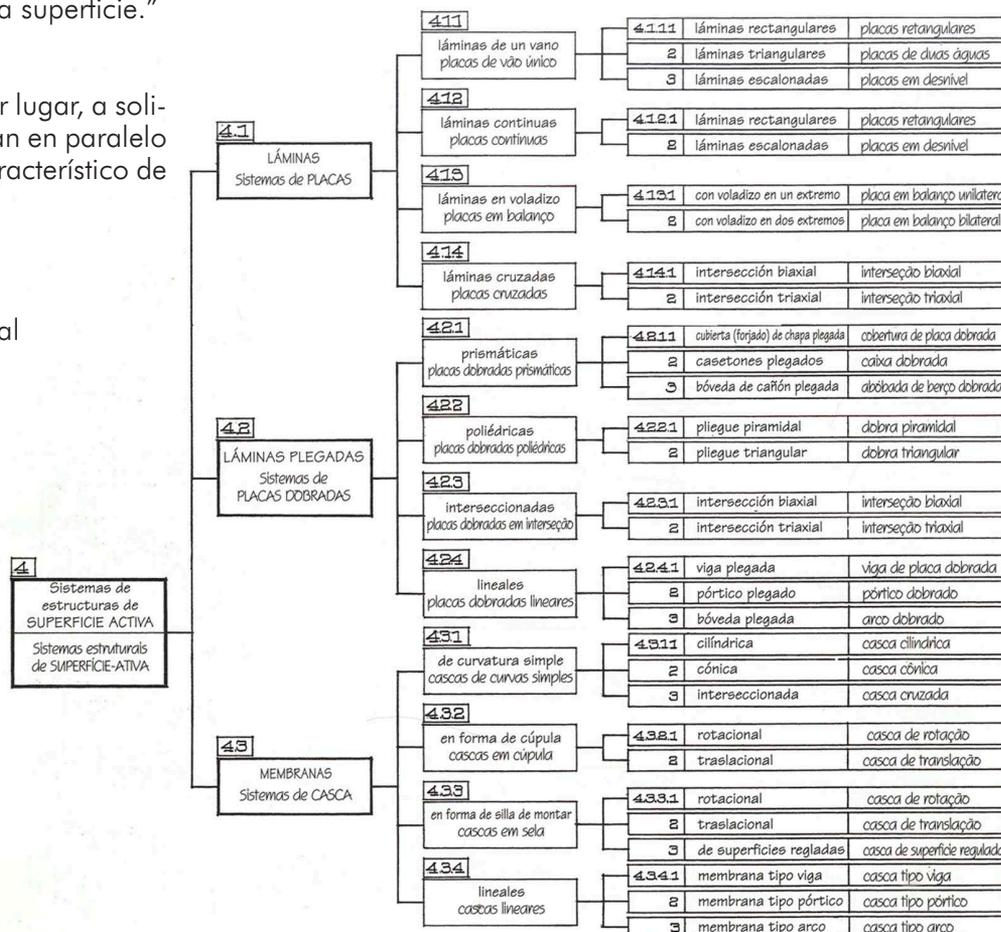
“Los sistemas de estructuras de superficie activa son sistemas de superficies flexibles que, a pesar de no resistir flexiones, resisten esfuerzos cortantes, de tracción y de compresión en los que la re-dirección de la superficie y una forma adecuada de la superficie.”

Fuerzas:

“Los elementos del sistema están sometidos, en primer lugar, a sollicitaciones de membrana, es decir, a fuerzas que actúan en paralelo a la superficie: Sistemas en un estado de tensiones característico de las membranas.”

Características:

“Las características estructurales básicas son:”
 Estructura portante como delimitación espacial
 Configuración de las superficies



[7]. Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 213.

Fig. 09 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 52.

5.- Altura Activa: [8]

Definición:

“Los sistemas de estructuras de altura activa son sistemas portantes de elementos sólidos y rígidos que se extienden, sobre todo, en vertical, y en los que la transmisión de las cargas -la concentración y cimentación de las cargas en altura (cargas de planta y de viento)- se realiza a través de elementos resistentes en altura, rascacielos.”

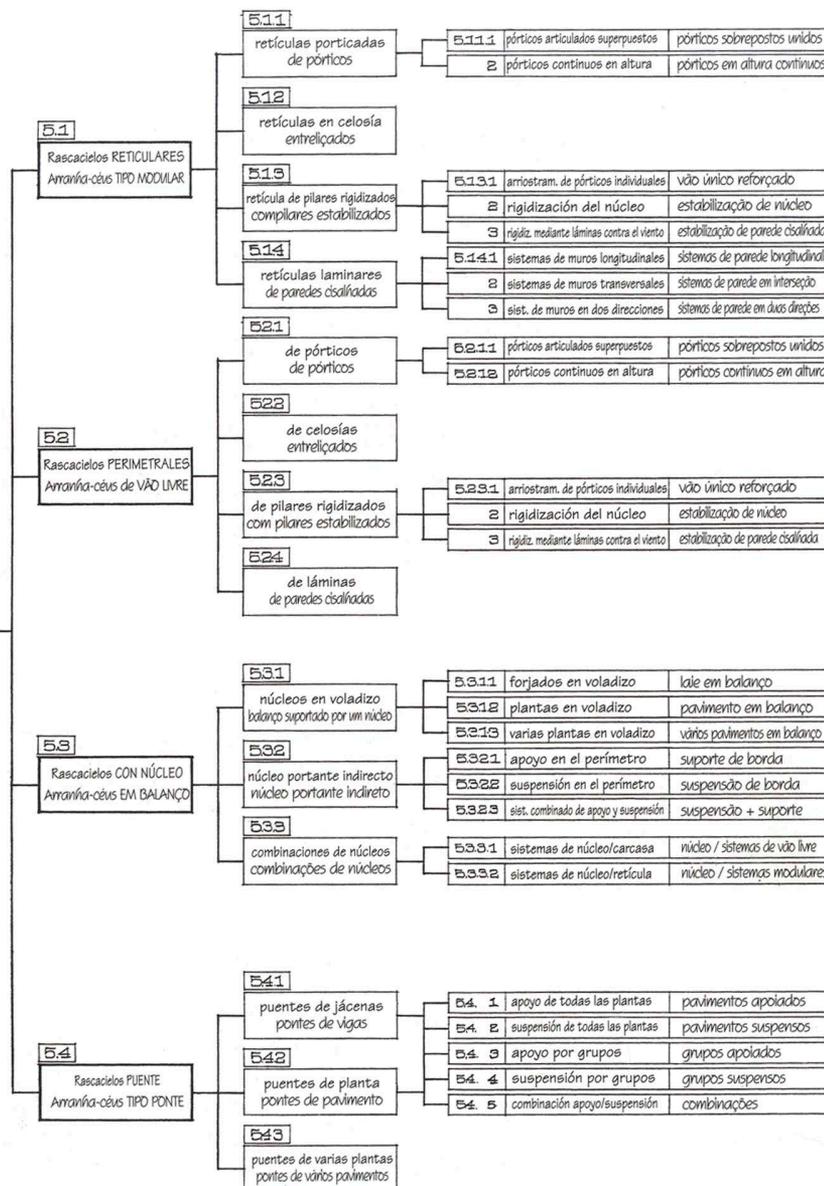
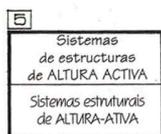
Fuerzas:

“Los elementos del sistema, es decir, los transmisores de cargas y los estabilizadores, suelen estar sometidos a fuerzas diferentes y variables: Sistemas con un estado de tensiones complejo.”

Características:

“Las características típicas de la estructura son:”

- Concentración de cargas
- Cimentación de las cargas
- Estabilización



[8] Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 270.

Fig. 10 Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). Sistemas de estructuras. Barcelona: Gustavo Gili, p. 54.

II.c. Tipologías



Fig. 11_Puente Scalzi, Gran Canal de Venecia. 1934 E. Miozzi
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 12_Puente Mythe, río Severn. 1826 T. Telford
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Como ya se ha adelantado anteriormente en este apartado vamos a ver las tipologías estructurales adoptadas para clasificar las pasarelas, que han sido extraídas literalmente del libro Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes de Leonardo Fernández Troyano. Este libro presenta cinco grandes familias, las cuales definen a la perfección las tipologías adoptadas, y por ello se han querido citar textualmente. Además aporta una gran cantidad de ejemplos.

PUENTES ARCO [9]

“El arco es una estructura que gracias a su forma resiste las cargas que actúan sobre él, mediante un mecanismo resistente donde predominan las compresiones.”

“El arco ha sido durante toda la historia de la construcción, y sigue siendo hoy en día, la estructura por excelencia. Su resistencia se debe a su forma, o a lo que es lo mismo, es geometría hecha estructura resistente.”

“El arco ha sido a lo largo de la historia un elemento singular en la construcción; sus constructores han tenido siempre presente su carácter de estructura resistente lo que no ha ocurrido con las demás. *Ars ubi materia vincitur ipsa sua*. “El arte donde la materia se vence a sí misma”, es la definición que figura en el frontispicio del templo del puente de Alcántara. “El arco nunca duerme”, un proverbio indio, igualmente ilustrativo de la presencia de la dimensión resistente en la idea del arco.”

“En los puentes de piedra, la separación entre trasdós del arco y la rasante del camino se materializa mediante los tímpanos que contienen lateralmente un relleno; éste generalmente es de tierra, o de algún aglomerado de cal y de piedra, sobre el que se asienta el pavimento; esta solución de tímpanos macizos se utiliza actualmente en los pontones de hormigón y en los puentes pequeños.”



Fig. 13_Ponte de San Nicolò sobre el río Arno, Florida.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

“Pero al aumentar la luz del puente, nos con un proceso paralelo al de los demás tipos de estructuras; es necesario aligerar el peso propio del conjunto en lo posible para reducir el costo del puente.”

“En los primeros puente arco metálicos, se suprimió el relleno de los tímpanos, y la unión ente el arco y el tablero se hizo mediante una celosía o una triangulación; así son la mayoría de los primeros puentes metálicos de Telford y Rennie.”

“En paralelo con el proceso de aligeramiento de los tímpanos, el arco pasó de una sección maciza a una sección aligerada; muy pronto se empezó a utilizar en los arcos metálicos la sección tubular. Posteriormente se pasó a la sección en cajón y por último a la estructura triangulada. Actualmente los de sección maciza o aligerada son de hormigón, los de sección en cajón son de hormigón o metálicos, y los de estructura triangulada son siempre metálicos.”



Fig. 14_Puente de ferrocarril en Maxau

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 15_Puente sobre el río Mississippi, San Luis.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

PUNTES VIGA [10]

“La viga es una pieza lineal recta horizontal, o cuasi-horizontal, apoyada en dos o más puntos, que soportan las cargas que actúan sobre ella gracias a su capacidad de resistir flexiones, o lo que es lo mismo, que cada una de sus secciones resiste las tensiones que produce el momento flector que actúa en ella. No es el momento flector el único esfuerzo que actúa en un puente viga, pero sí el predominante.”

“La capacidad resistente de la viga es función de su canto y del momento de inercia de sus secciones (que a su vez es una función del canto), porque estas dos características geométricas son las que definen en mayor medida la magnitud de las tensiones que se producen en el material o materiales de la sección, para un momento flector determinado. El canto y la inercia deberán crecer con la luz del puente porque la flexión crece también en función de ella.”

“El puente viga, formado por una o varias piezas lineales rectas, o cuasi-rectas, es el sistema más simple y directo para pasar sobre un río; los tableros de troncos de árboles adosados, y las losas de hormigón armado o pretensado de los puentes de luces pequeñas, son simplemente la materialización de la plataforma del camino.”

“Si morfológicamente la viga es la solución más sencilla, y por ello la primera que se utilizó, no es en cambio su estructura, porque su forma de resistir se basa en la flexión, mecanismo resistente más complejo y difícil de aprender intuitivamente y de estudiar científicamente, que el esfuerzo axial de uno u otro signo, es decir la compresión o la tracción.”

PUENTES PÓRTICO [11]

“El pórtico es una estructura intermedia entre la viga y el arco. Los puentes pórtico tienen pilas y tablero igual que los puentes viga, pero éstos son solidarios, lo que da lugar a un mecanismo resistente complejo, porque en él interviene la resistencia a flexión de sus elementos, y además se produce un efecto pórtico debido a las reacciones horizontales que aparecen”

“El pórtico, más que un tipo de estructura de puente con carácter propio, se debe considerar un subtipo intermedio entre los puentes arco y viga, porque participa en mayor o menor grado de las características de uno y otro, pero sin aportar nada diferente que sea específico de esta estructura.”

“Se puede considerar un arco con directriz defectuosa, porque se aparta mucho de la línea antifunicular de las cargas, a la que se debe ceñir la directriz del arco; o bien se puede considerar un puente viga, donde las pilas se solidarizan con el tablero formando una estructura monolítica.”

“Por todo ello resulta difícil establecer las fronteras del puente pórtico con el puente arco por un extremo, y con el puente viga por el otro.”

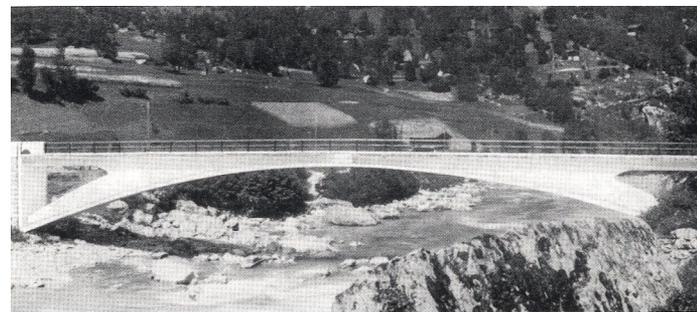


Fig. 16_Puente de Tanavasa sobre el Rin. 1995 R Maillart

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

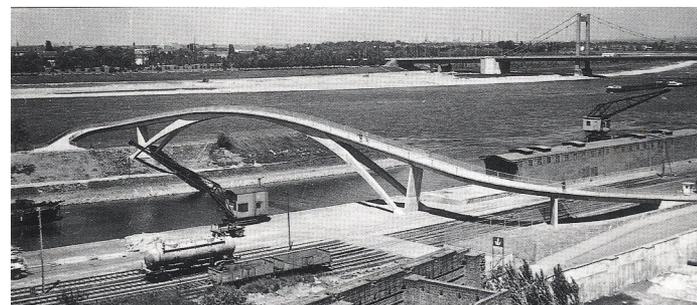


Fig. 17_Pasarela en el puert fluvial de Colonia. 1957. Wayss und Freytag

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

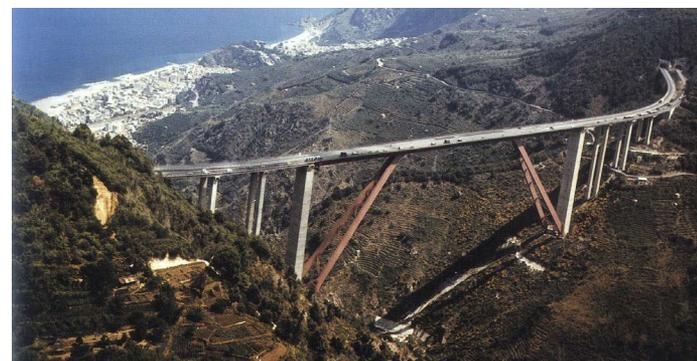


Fig. 18_Viaducto del barranco de Sfalassa, Italia. 1973. S. Zorzi, L. Lonardo, S. Procaccia.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 19_Puente Akashi-Kaikyo, Japón. 1999. El mayor puente del mundo.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

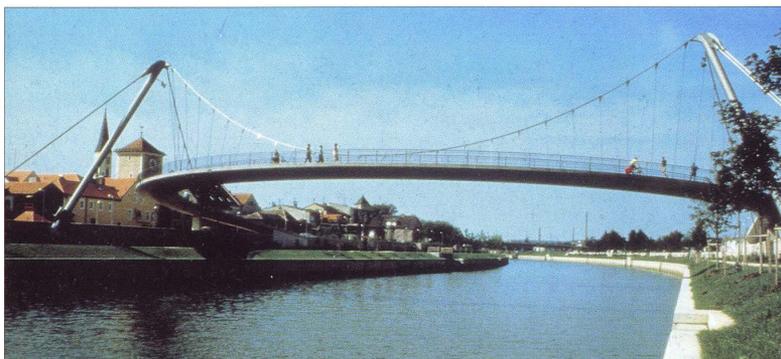


Fig. 20_Pasarela de Kelheim sobre el canal Main-Danubio. 1987. J.Schlaich.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

PUENTES SUSTENTADOS POR CABLES [12]

“Los puentes que se incluyen en este capítulo tienen en común que sus estructuras se basan en el cable, el elemento resistente más eficaz que ha inventado el hombre.”

“Por esta razón los puentes de grandes luces que se construyen actualmente son colgantes o atirantados. El cable, por su eficacia resistente, es probablemente el elemento más atractivo y fascinante de la ingeniería de estructuras, aunque también el más difícil de utilizar.”

PUENTES COLGANTES

“En los puentes colgantes, la estructura resistente básica está formada por los cables principales, que se fijan en los extremos del vano a salvar, y tiene la flecha necesaria para soportar mediante un mecanismo de tracción pura, las cargas que actúan sobre él.”

“El puente colgante más elemental es el puente catenaria, donde los propios cables principales sirven de plataforma de paso. Sus extremos se anclan directamente a la tierra, y por tanto los únicos elementos adicionales al cable son los anclajes. Pero los cables principales necesitan una contraflecha, que le da una forma no educada para la plataforma de un camino de ruedas, y ello obliga a separar ambos elementos; generalmente el cable principal se coloca por encima del tablero que se cuelga de él mediante péndolas.”

“Para conseguir la contraflecha que requieren los cables principales es necesario elevarlos en los extremos del vano a salvar, lo que da lugar a torres sobre las que se apoyan. En un puente colgante elemental, los cables principales se pueden anclar en las cabezas de las torres, y esto se hace en puentes de luces pequeñas; pero la flexión que el tiro del cable produce en las torres obliga a prolongarlos al otro lado de las torres para bajarlos y anclarlos en contrapesos o en el propio tablero.”

“Paradójicamente, la gran virtud y el gran defecto de los puentes colgantes se deben a una misma cualidad: su ligereza.”

PUENTES ATIRANTADOS [13]

“Los elementos principales de la estructura resistente del puente atirantado son los tirantes, que son cables rectos que atirantan el tablero, proporcionándole una serie de apoyos intermedios más o menos rígidos. Pero no solo ellos forman la estructura resistente básica del puente atirantado: son necesarias las torres para elevar el anclaje fijo de los tirantes, de forma que introduzcan fuerzas verticales en el tablero, para crear los pseudo-apoyos; también el tablero interviene en el esquema resistente, porque los tirantes, al ser inclinados, introducen fuerzas horizontales que se deben equilibrar a través de él. Por todo ello, tres elementos, tirantes, tablero y torres, constituyen la estructura resistente básica del puente atirantado.”

“Su historia es muy singular y diferente de la de los demás tipos; todos ellos se iniciaron como puentes modernos en el siglo XIX, en cambio los atirantados se iniciaron en la segunda mitad del siglo XX, concretamente en los años 50 de este siglo. Este retraso en su origen se está recuperando a pasos agigantados, porque su evolución ha sido extraordinariamente rápida; el primer puente atirantado moderno es el de Strömsund en Suecia, construido en 1955, con un vano principal de 183 metros de luz, y actualmente en 1998, hay dos puentes más de 800 metros de luz, el de Normandía en Francia de 856 metros y el de Tatara en Japón de 890 metros.”

“En primer lugar su valor de novedad es de origen reciente y todavía no muy usual, aunque se está universalizando muy rápidamente, entre otras razones por su especial atractivo.”

“En segundo lugar, igual en los puentes colgantes o en los arcos superiores, la estructura trasciende por encima del tablero, y por ello son puentes que se hacen presentes al viajero que pasa por ellos.”

“En tercer lugar permite hacer puentes ligeros con tableros de canto reducido, y por ello puede ser adecuado en luces más pequeñas de las que económicamente es competitivo.”

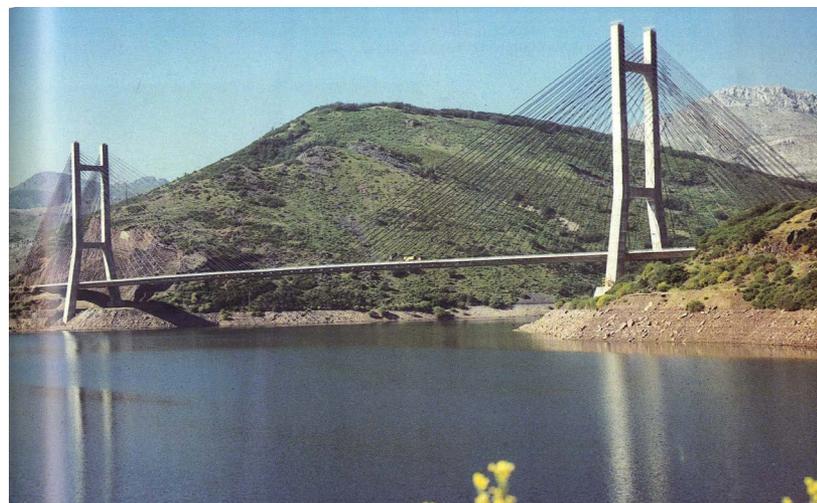


Fig. 21_Puente sobre el embalse de Barrios de Luna, España. 1983. Manterola,J.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 22_Puente Tatara, Japón. 1999

Fuente: <https://shikokutours.com/recommended-tours/Shimane-Kaido-Cycling-More>



Fig. 23_Puente de Skarnsundet (en fase de ejecución), Noruega. 1991. Hovland, S., Isaksen, T. y Hansvold, C.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 24_Puente de Skarnsundet, Noruega. 1991. Hovland, S., Isaksen, T. y Hansvold, C.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

“En cuarto lugar, y en esto se diferencian de los puentes colgantes y de los arcos superiores, el puente atirantado admite variaciones significativas, tanto en su estructura como en su forma; no hay más que pasar revista a una serie de puentes atirantados para ver las diferencias que hay entre ellos:”

- “Longitudinalmente pueden tener dos torres y ser simétricos, o con una sola torre desde donde se atiranta todo el vano principal.”
- “Pueden tener dos planos de atirantamiento situados en los bordes del tablero, o un solo plano situado en su eje.”
- “Pueden tener muchos tirantes muy próximos, o pocos muy separados.”
- “Pueden tener tirantes paralelos, radiales o divergentes.”
- “Las torres se pueden iniciar en los cimientos, o se pueden iniciar a partir del tablero, de forma que el conjunto tablero-torres-tirantes se apoya sobre pilas convencionales.”
- “Las torres pueden tener diversas formas; pueden estar formada por dos pilas, por una sola, pueden tener forma de A, forma de A prolongada verticalmente, etc.”

“Todo ello le aporta una libertad de diseño en el proyecto que no tienen los puentes anteriormente nombrados, mucho más determinados morfológicamente.”

PUENTES SINGULARES [14]

“Una de las ideas más enraizadas en la sociedad sobre la sociedad sobre las obras de infraestructuras en general y de los puentes en particular, es su inmovilidad y permanencia, y por tanto su arraigo a lo que es fijo: tierra. Se consideran elementos inmutables que se insertan en el medio geográfico y participan de algunas de sus cualidades, entre ellas su fijeza y su inalterabilidad en la medida humana del tiempo.”

“Hay, sin embargo, muchos puentes que, por diferentes causas, no tienen ese carácter de obra inamovible y permanente; son heteróclitos, se apartan del paradigma del puente.”

“Son tres los grupos que, por diferentes razones, no tienen ese carácter de inmovilidad y permanencia que, como hemos dicho, se considera que deben tener los puentes: los flotantes, los móviles y los transbordadores.”

“Los Puentes Flotantes se apoyan sobre flotadores y por ello no tienen el arraigo en la tierra que toda obra fija debe tener. Los flotadores pueden ser más o menos grandes para reducir su movilidad y se puede conseguir que sus movimientos sean incluso menores que los de algunos puentes fijos, pero ello no elimina ese carácter de elemento flotante sometido a los movimientos del agua; hay siempre un movimiento relativo entre el puente y los apoyos fijos de las orillas.”

“Los Puentes Móviles dan paso de forma alternativa a las dos corrientes de tráfico terrestre y el marítimo. Cuando están cerrados pasa el tráfico terrestre, y se abren de una forma u otra para dar paso al tráfico marítimo o fluvial, según el medio que salva, que pueda ser un río, una ría, un canal, o brazo de mar. Ello confiere un carácter de mecanismo móvil, contrario a la idea de fijeza en inalterabilidad del puente.”



Fig. 25 _Puede flotante Lacey V. Murrow sobre el lago Washington, Estados Unidos. 1940. Sustituido en 1994.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



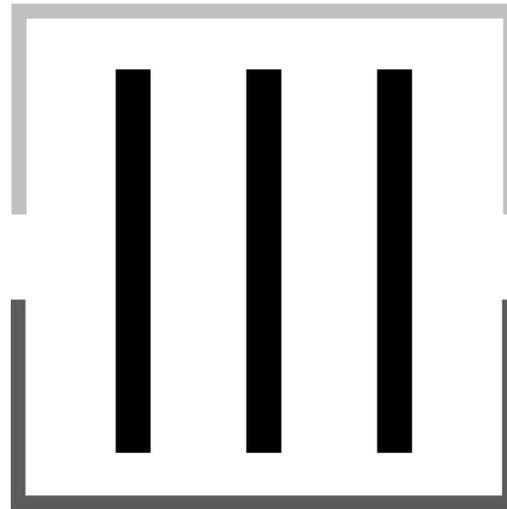
Fig. 26 _Puede móvil de las Delicias sobre la dársena, puerto de Sevilla. 1991

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes



Fig. 27_Puente transbordador de Newport, Gran Bretaña. 1906. Arnodin, F.
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

“Los **Puentes Transbordadores** sirven para resolver el mismo problema que los móviles, pero mediante un puente fijo situado a la altura necesaria para permitir el paso del tráfico marítimo o fluvial; de este puente se cuelga un tablero móvil, o más exactamente una barquilla, que transporta los vehículos y viajeros de orilla a orilla. Igual que en el caso anterior, participa de este carácter de mecanismo móvil, contrario a la idea del puente.”



Marc Mimram
Arquitecto e Ingenero



Fig. 28_Foto de Marc Mimram.

Fuente: <[**MARC MIMRAM** | ARCHITECTE DPLG
INGÉNIEUR ENPC](https://www.google.com/search?q=marc+mimram&rlz=1C1CAFA_enE-S799ES799&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz4-DXqkTjAhUnAGMBHd-sUCdMQ_AUIECgB&biw=1517&bih=640#imgdii=o8ueNdC2u89XhM:&imgrc=Y__dK42I-XnLCM:>></p>
</div>
<div data-bbox=)

Fig. 29_Logotipo de su estudio de arquitectura e ingeniería.

Fuente: <<http://www.mimram.com/>>

Marc Mimram: Biografía [18]

Marc Mimram, arquitecto e ingeniero de puentes y caminos, nacido el 6 de febrero de 1955 en París, Francia.

Distinguido en muchos logros, tanto en obras como viviendas o servicios públicos. es un Master of Science in Mathematics, graduado de la Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, graduado en arquitectura por Le Gouvernement y Master en Ingeniería Civil de la Universidad de Berkeley (USA) y una DEA de Filosofía. Ingeniero formado por la “Ecole Nationale de Ponts et Chaussées” y arquitecto DPLG, desarrolla desde 1981, servicios de consultoría, arquitectura e ingeniería.

Desde 1992, ha desarrollado, dentro de la misma estructura, una doble actividad como oficina de diseño e arquitecto-ingeniero.

Arquitecto e ingeniero, autor de numerosas obras de arte y proyectos arquitectónicos en Francia y en el extranjero.

Marc Mimram ha enseñado en la Ecole des Ponts et Chaussées, en la Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne y en la Universidad de Princeton (EE. UU.). Fue nombrado profesor de escuelas de arquitectura y actualmente enseña en la Escuela de Arquitectura de Marne-la-Vallée en Seine et Marne.

Entre sus publicaciones se puede citar:

- “Structures et Formes” (Ed. Dunod, París, 1993)
- Un estudio sobre la obra de Robert Le ricolais,
- “Paris d’Ingénieurs” en colaboración con Bertrand Lemoine (Ed. Picard, París, (1995)
- “S’abstraire de l’abstraction” (Ed. Pavillon de l’Arsenal, París, 1998)
- “Matières du Plaisir” (Ed. Picard, París, 2000).

Obras destacadas:



Fig. 30_Estación de peaje érpunes en la A5 en Melun, Francia. 1994

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Fig. 32_Puente Zhong Sheng da Dao, Sino Singapur, China. 2010-2012.

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Fig. 31_Pasarela Solférino, París. 1995-2000.

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Fig. 33_Equipo acuático de Val d'Europe, Bailly Romainvilliers, Francia. 2007-2012.

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Fig. 34 _Escuela Nacional de Arquitectura, Estrasburgo, Francia. 2008-2014.

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Fig. 35 _Complejo de patinaje sobre hielo en la piscina, París, Francia. 2002-2006.

Fuente: <<http://www.mimram.com>>



Estudio de las pasarelas
en la obra de
Marc Mimram

IV.a. INDICE

01.

Pasarela PS0
1988
Toulouse, Francia



02.

Pasarela Leaugly
1998
Leaugly, Francia



03.

Pasarela des Francs Moisis
1998
Saint-Denis, Francia



04.

Pasarela Solferino en París
1999
París, Francia



05.

Pasarela de Figeac
2003
Figeac, Francia





06.

Pasarela des Deux Rives
2004
Estrasburgo, Kehl



07.

Pasarela Liu Shu
2010
Yangzhou, China



08.

Pasarela Haubanée
2012
Puteaux, Francia



09.

Pasarela Sur la Tet
2003
Perpignan, Francia



10.

Puertas de la Coulée Verte
2012
Créteil/Valenton, Francia

IV.b. FICHAS

En este apartado del trabajo se ha desarrollado la catalogación y análisis de las pasarelas de la obra de Marc Mimram, a las que hemos tenido acceso, para reunir suficiente información. Como se comenta al inicio del TFG, el motivo de elección de este arquitecto, es que en él podemos ver la dos vertientes de arquitecto e ingeniero y la evolución de sus diseños de pasarelas, como elemento singular en el urbanismo donde cada una de ellas es única por sus condiciones, y por su gran cantidad de estructuras de este tipo construidas.

La ficha de catalogación está compuesta en tres partes. En la primera parte, correspondiente a la hoja 2 y principio de la 3, encontraremos información sobre su geometría, funcionalidad, entorno y accesos. Esto nos hace tener una idea generalizada de la propia pasarela, dimensiones, utilización y diseño en cuanto a su relación con el entorno.

En la segunda parte, correspondiente a la hoja 3 y 4 de la ficha, se profundiza en su composición estructural, clasificándola y analizándola mediante bocetos, e identificando sus elementos y funcionamiento de la propia estructura. Por tanto en esta parte podemos comprender la estructura y su relación con la funcionalidad de la pasarela, ya que la mayoría de veces ambas van ligadas consiguiendo así una mayor integración funcional y eficacia resistente.

Por último, la última hoja de la ficha pertenece a la materialidad de los diferentes elementos de la pasarela.

FICHA

01_PASARELA PSO

Toulouse, Francia

1988





DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por un arco de un vano muy abierto no simétrico. El tablero en mayor parte es el mismo arco pero se separa de él en una orilla donde se bifurca el tablero creando dos accesos.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, ciclista y accesible, la cual conecta los dos lados de la autopista, que supone una gran barrera divisoria.

DIMENSIONES:

Luz: 75 m.

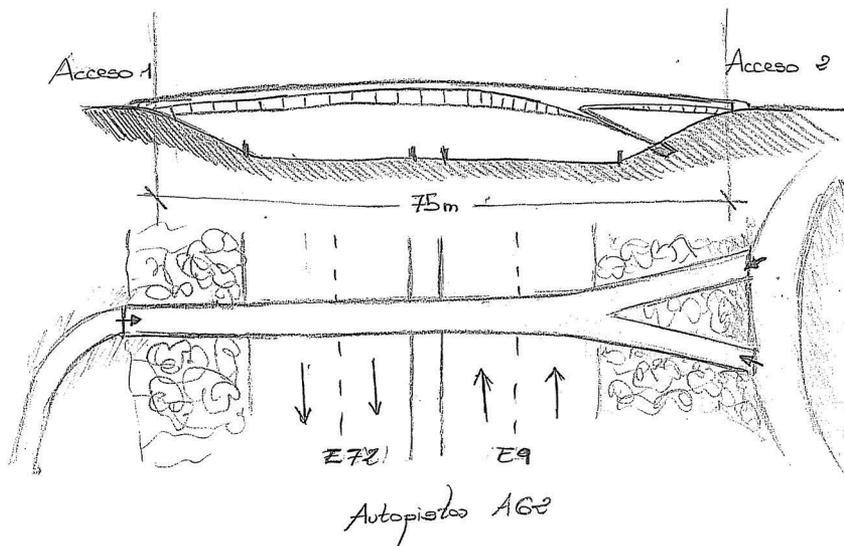
Ancho: Variable entre 5 m.

Elemento a salvar: Autopista A62

PRESUPUESTO:

0.61 millones de euros.

ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



ENTORNO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - ↳ Arcos Lineales
 - ↳ Arco funicular

- Vector activo
- Sección activa



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- Puente Arco
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado
- Arco bajo tablero
- Arco sobre tablero
- Arco como tablero

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

- Arco
- Viga en Cajón
- Tablero Bifurcado
- Apoyos empotrados



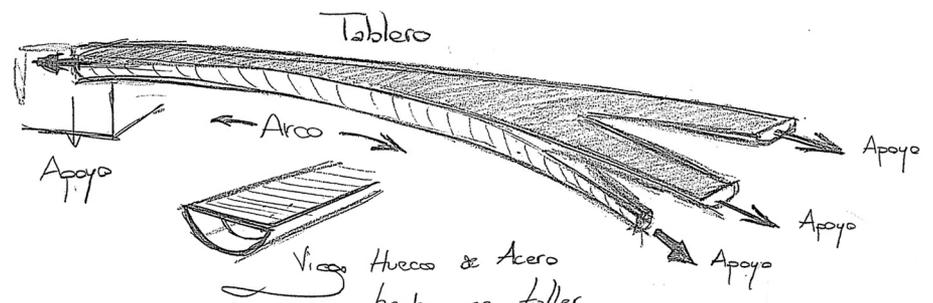
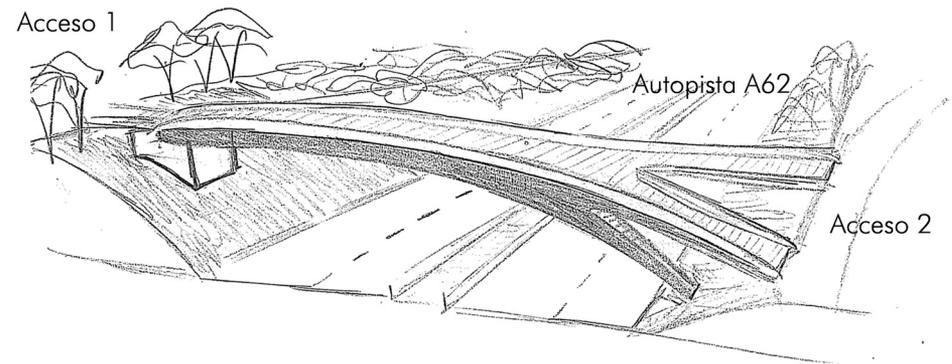
Acceso 1



Acceso 2



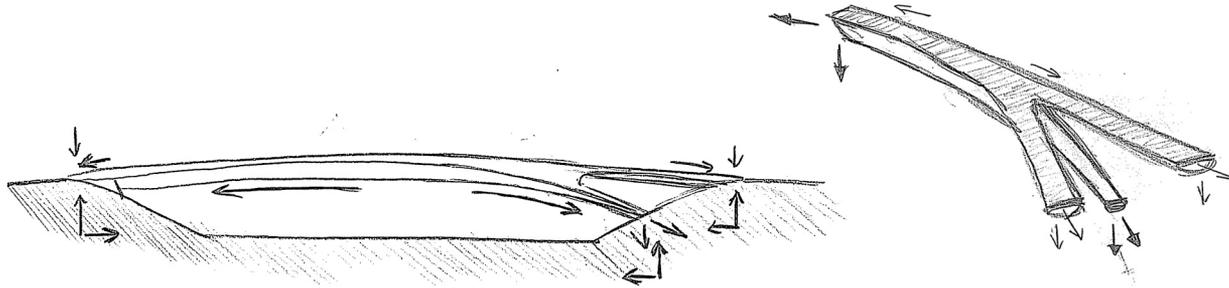
Bifurcación



Vigas Huecas de Acero
hechas en taller
& instaladas mediante
4 grúas.



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



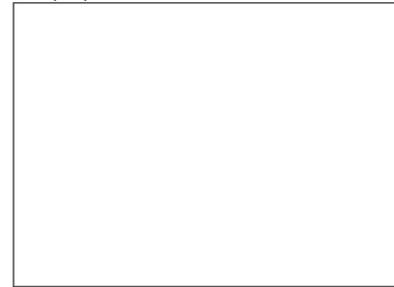
Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Acero

Mobiliario



FICHA

02_PASARELA DE LEUGLAY

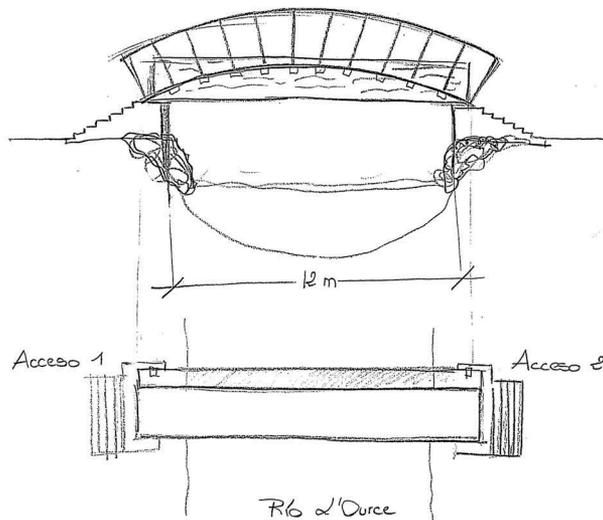
Leuglay, Francia

1998





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por un troco como viga y una pasarela ligera con una curvatura suave anclada a la viga, la cual se ancla a los apoyos de hormigón que forman una escalinata previa a la pasarela.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, la cual conecta la Maison de la Foret - Centre D'interprétation con el propio parking de la Maison.

DIMENSIONES:

Luz: 12 m.

Ancho: 2.5 m.

Elemento a salvar: Río L'Ource.

PRESUPUESTO:

0.04 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

- | | |
|---|---|
| Acceso 1: | Acceso 2: |
| <input checked="" type="checkbox"/> Peatonal | <input checked="" type="checkbox"/> Peatonal |
| <input type="checkbox"/> Ciclista | <input type="checkbox"/> Ciclista |
| <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) | <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Único | <input checked="" type="checkbox"/> Único |
| <input type="checkbox"/> Doble | <input type="checkbox"/> Doble |
| <input type="checkbox"/> A distintas cotas | <input type="checkbox"/> A distintas cotas |



Acceso 1



Acceso 2

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - Vector activo
 - Sección activa
- ↳ Viga de un solo vano
- ↳ Viga Horizontal
-

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

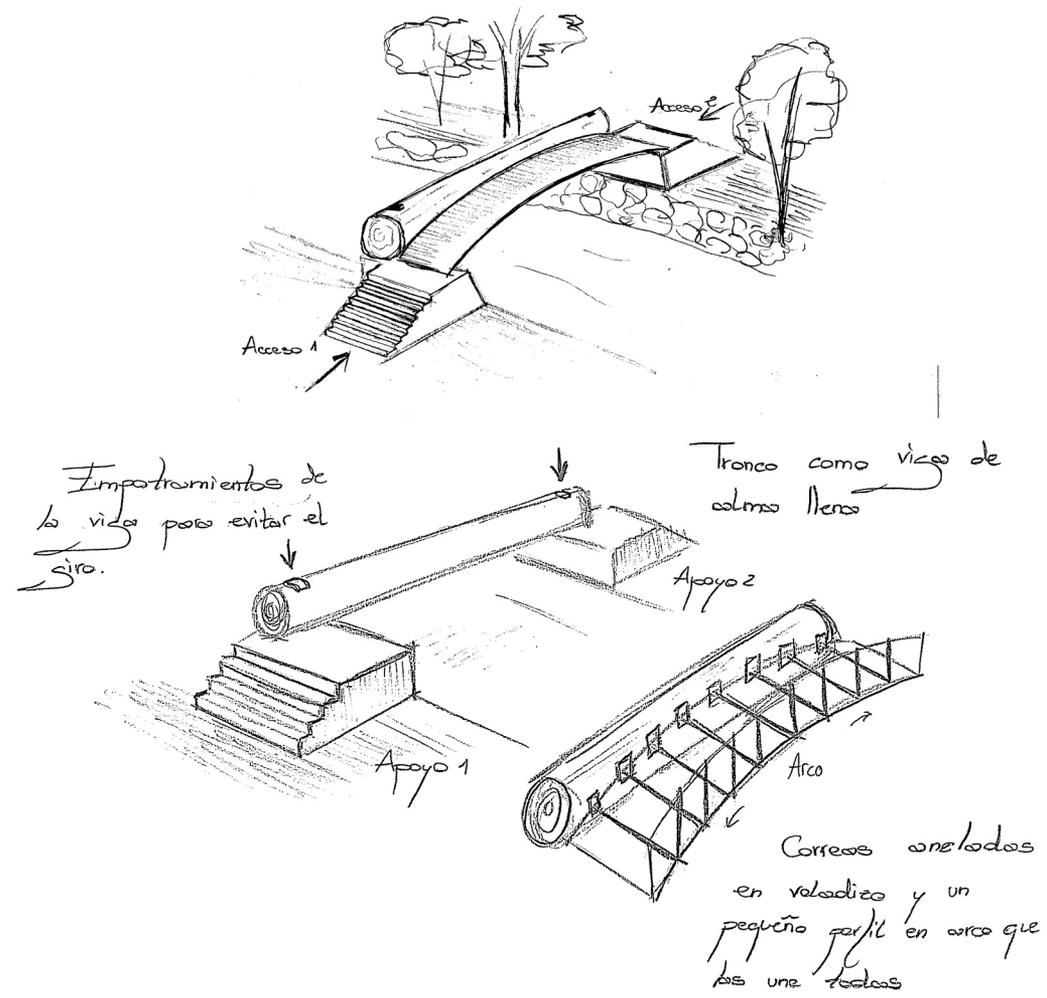
- Puente Arco
- Arco bajo tablero
- Arco sobre tablero
- Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

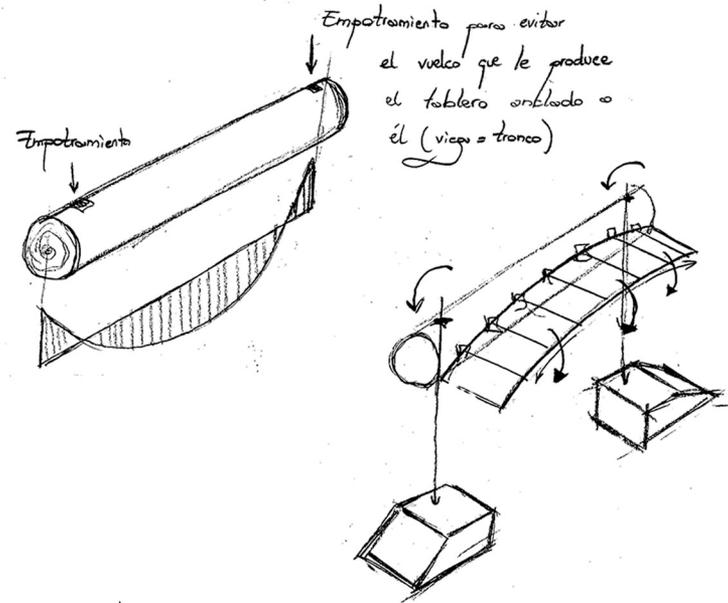
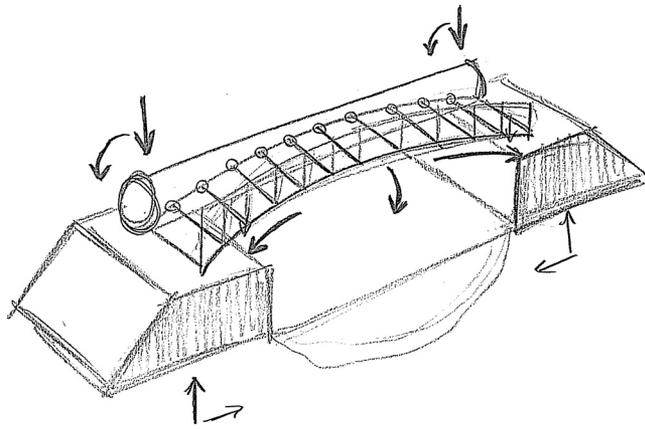
- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

- Viga de alma llena
- Apoyos empotrados



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



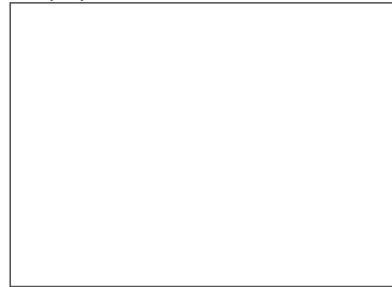
Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Madera y acero

Mobiliario



FICHA

03_PASARELA DES FRANCS MOISINS

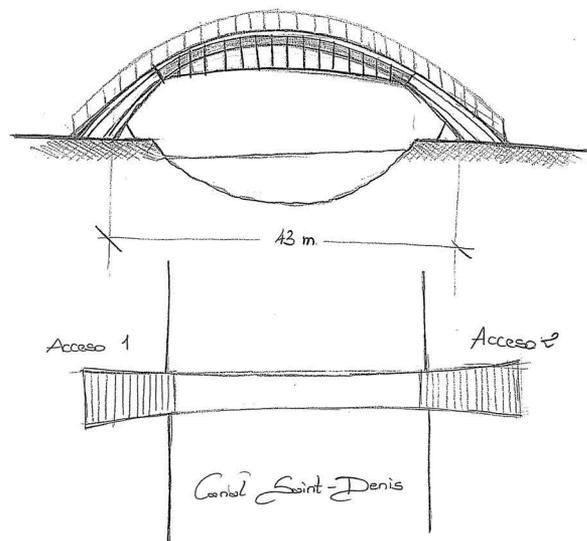
Saint-Denis, Francia

1997 - 1998





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por un arco de un vano muy abierto y que acompaña el mismo tablero. El arco está atirantado por un cordón inferior sobre el que apoyan una serie de tirantes rígidos. Los arranques de hormigón cobran importancia creciendo y siendo parte del mismo arco, en el cual se crean unas escalinatas previas de acceso.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, la cual conecta un gran parque con instalaciones deportivas con la zona de Montjoie de Saint Denis.

DIMENSIONES:

Luz: 43 m.

Ancho: Variable entre 3.5 y 5 m.

Elemento a salvar: Canal de Saint-Denis.

PRESUPUESTO:

0.76 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - ↳ Arcos Lineales
 - ↳ Arco funicular
- Vector activo
- Sección activa



TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- Puente Arco
 - Arco bajo tablero
 - Arco sobre tablero
 - Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

- Viga en Arco
- Tirante Rígido
- Apoyos Empotrados



Acceso 1

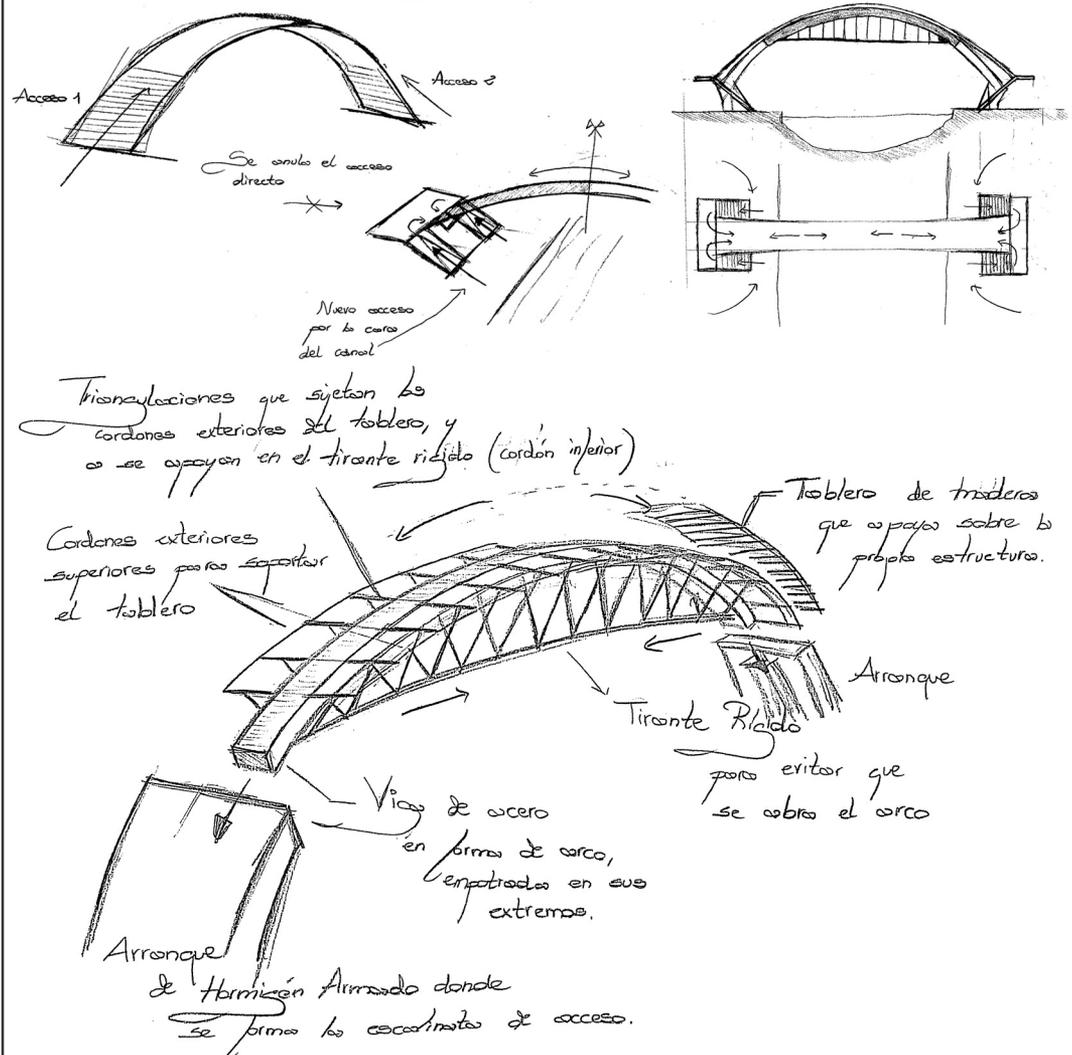
Acceso de proyecto



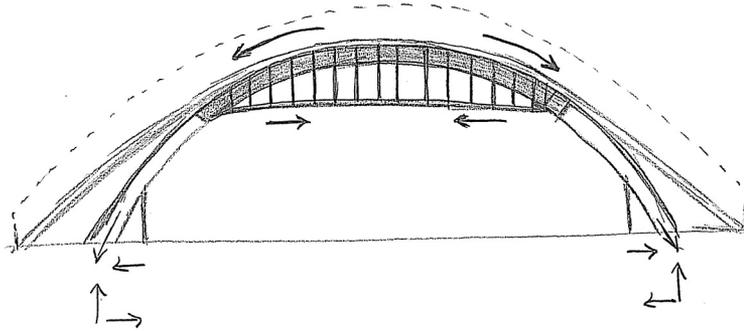
Acceso 1

Acceso modificado por cambios de infraestructuras urbanísticas.

Una única dirección
Dos sentidos



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



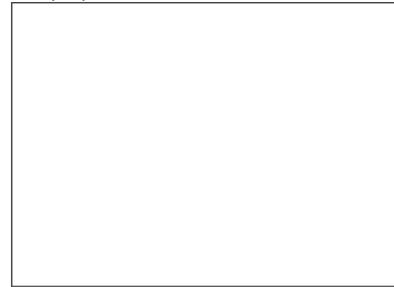
Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Acero

Mobiliario



FICHA

04_PASARELA SOLFÉRINO EN PARÍS La pasarela Leopold Sedar-Senghor

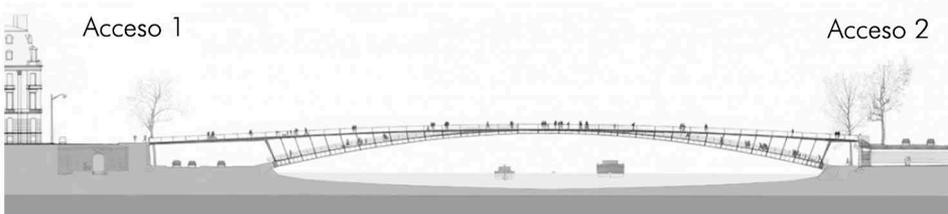
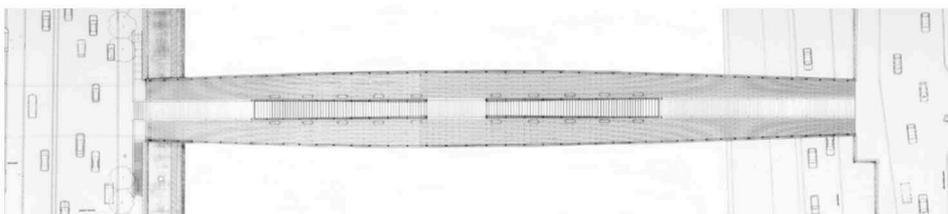
París, Francia

1992 - 1999





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por un arco de un vano muy abierto que permite el paso tanto por el propio arco como por el tablero. Ambos elementos están unidos por una serie de tirantes rígidos y se unen en la zona central del arco. El tablero une las dos orillas a cota de calle, mientras que el arco enlaza el paseo existente en gran parte del río a la cota de los muelles.

Patrimonio de la Humanidad.

Conocida como la pasarela del amor.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, ciclista y accesible, la cual conecta los impresionantes jardines de Tuileries y el Museo d'Orsay.

DIMENSIONES:

Luz: 106 m.

Ancho: Variable entre 10 y 17 m.

Elemento a salvar: Río Sena

PRESUPUESTO:

9.8 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

- | | |
|---|---|
| Acceso 1: | Acceso 2: |
| <input type="checkbox"/> Peatonal | <input type="checkbox"/> Peatonal |
| <input type="checkbox"/> Ciclista | <input type="checkbox"/> Ciclista |
| <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) | <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) |
| <input type="checkbox"/> Único | <input type="checkbox"/> Único |
| <input type="checkbox"/> Doble | <input type="checkbox"/> Doble |
| <input type="checkbox"/> A distintas cotas | <input type="checkbox"/> A distintas cotas |

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
- Vector activo
 - ↳ Mallas espaciales
 - ↳ Espaciales lineales
 - ↳ Arco espacial

- Sección activa

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Puente Arco | <input type="checkbox"/> Arco bajo tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Viga | <input type="checkbox"/> Arco sobre tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Pórtico | <input type="checkbox"/> Arco como tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Colgante | |
| <input type="checkbox"/> Puente Atirantado | |

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

- Viga compuesta en arco rebajado
- Viga en cajón
- Viga espacial
- Triangulaciones



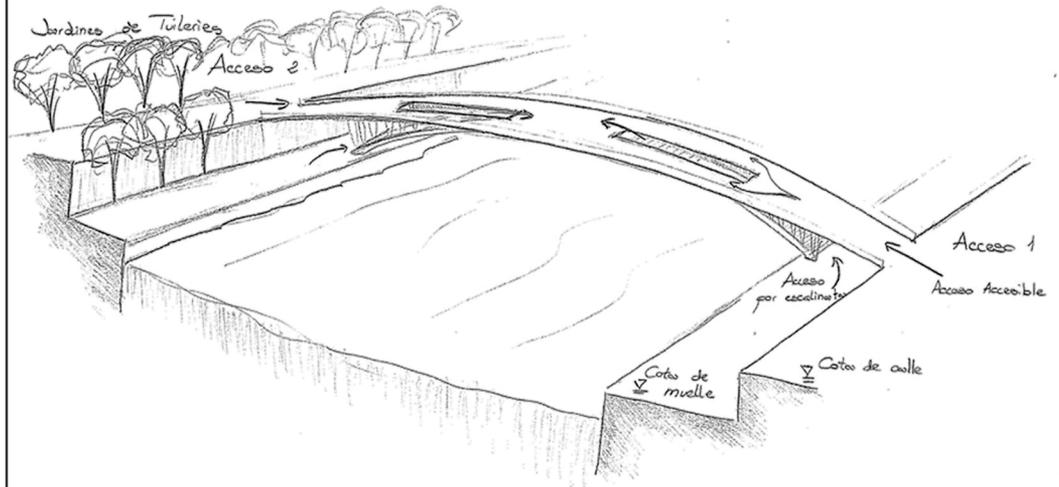
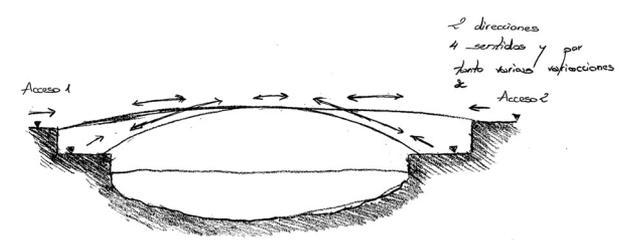
Acceso 1

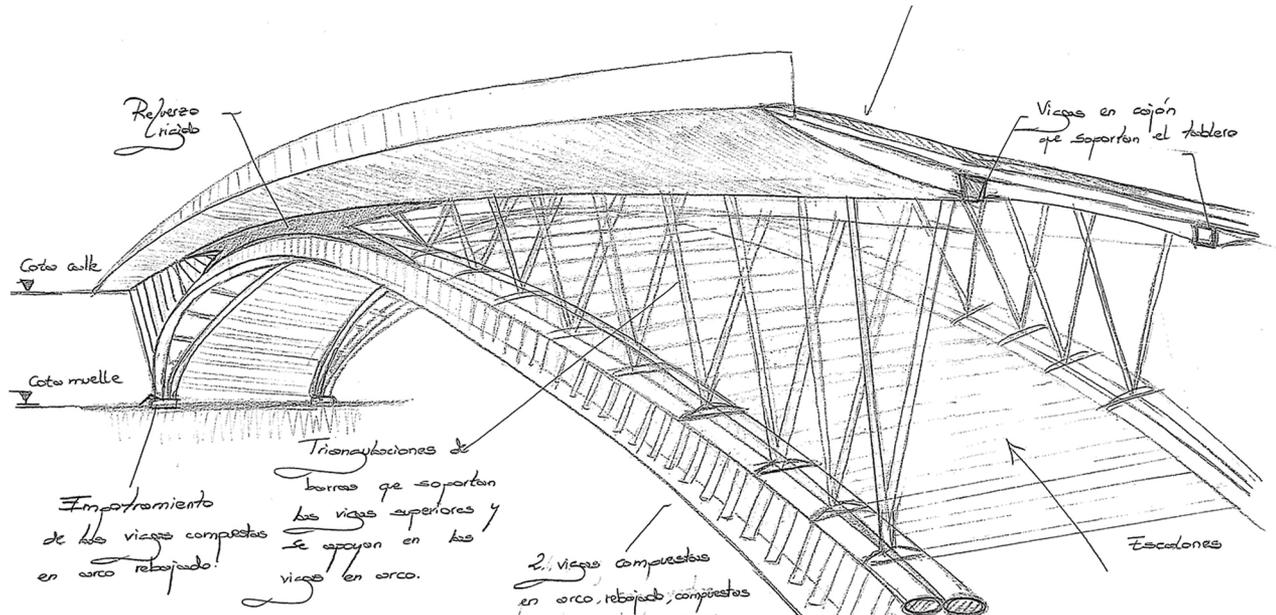


Acceso 1 - cota de calle



Acceso 1 - cota de muelle

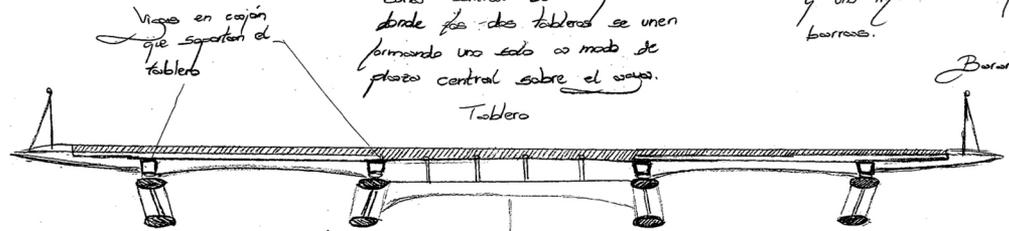




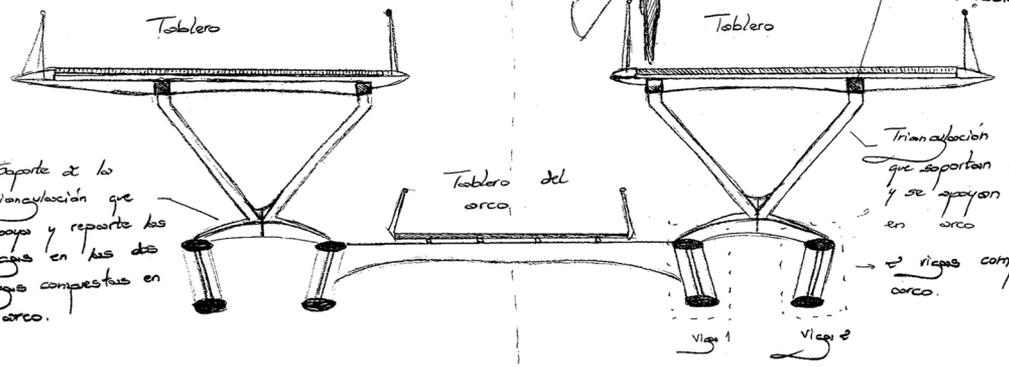
Zona central de la pasarela donde los dos tableros se unen formando una sola o modo de plaza central sobre el arco.

Tablero

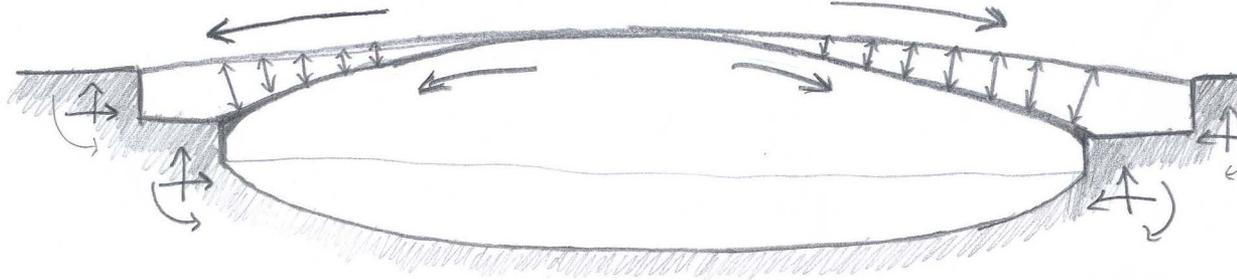
Barrandillo.



Viga en cajón encastrado de soportar los carriles del tablero.



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



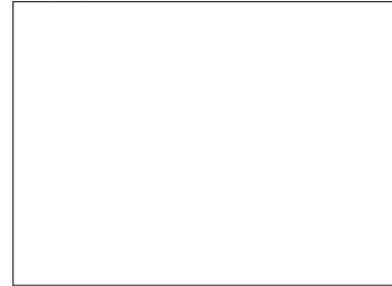
Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos

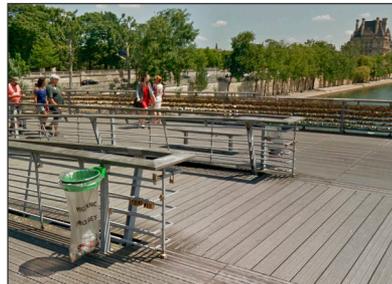


Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Madera y acero

Mobiliario



Madera y acero

FICHA

05_PASARELA DE FIGEAC

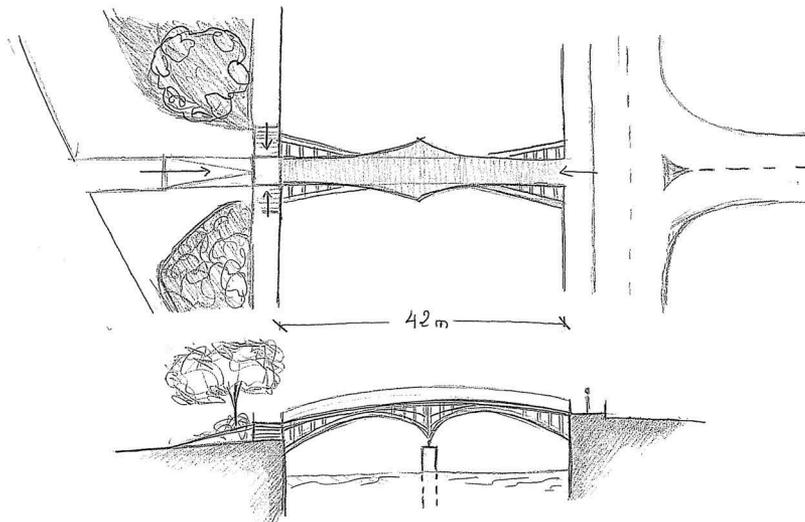
Figeac, Francia

2000 - 2003





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por una cercha de dos vanos, totalmente simétricos con un apoyo central en el canal y sin apenas desnivel para su paso concurrente de viandantes.

Se trata de una cercha con doble arco muy abierto que conectan con las vigas o cordones superiores mediante unos tirantes rígidos en forma de "X".

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, ciclista y accesible, la cual conecta la propia ciudad con una bolsa de aparcamientos.

DIMENSIONES:

Luz: 42 m.

Ancho: Variable entre 3 y 5 m.

Elemento a salvar: Río Le Célé

PRESUPUESTO:

1.1 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

- | | |
|---|---|
| Acceso 1: | Acceso 2: |
| <input type="checkbox"/> Peatonal | <input type="checkbox"/> Peatonal |
| <input type="checkbox"/> Ciclista | <input type="checkbox"/> Ciclista |
| <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) | <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) |
| <input type="checkbox"/> Único | <input type="checkbox"/> Único |
| <input type="checkbox"/> Doble | <input type="checkbox"/> Doble |
| <input type="checkbox"/> A distintas cotas | <input type="checkbox"/> A distintas cotas |

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
- Vector activo
 - ↳ Mallas espaciales
 - ↳ Espaciales lineales
 - ↳ Viga espaciada

- Sección activa

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Puente Arco | <input type="checkbox"/> Arco bajo tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Viga | <input type="checkbox"/> Arco sobre tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Pórtico | <input type="checkbox"/> Arco como tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Colgante | |
| <input type="checkbox"/> Puente Atirantado | |

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

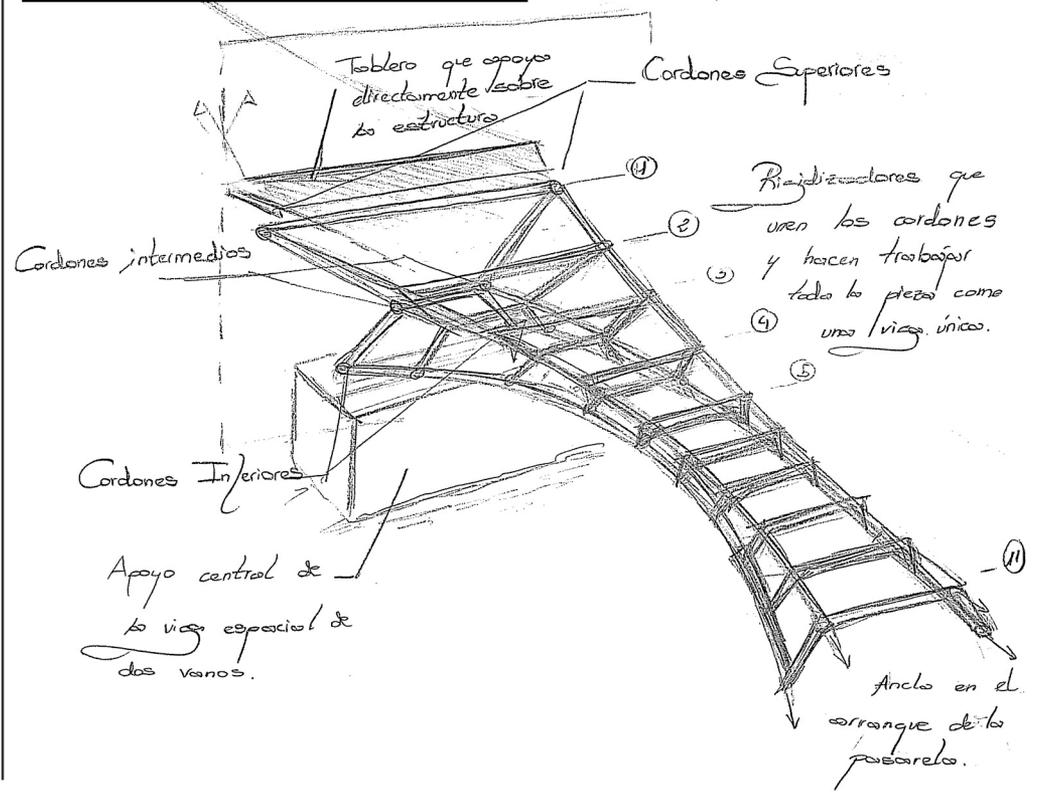
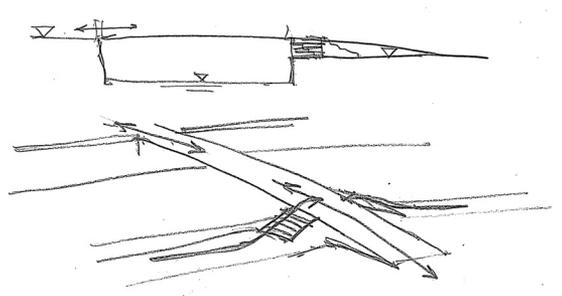
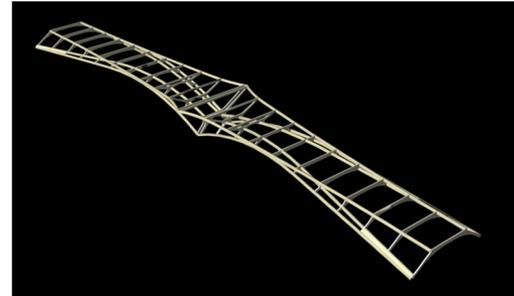
- Viga Espacial
- Cordones
- Apoyo intermedio



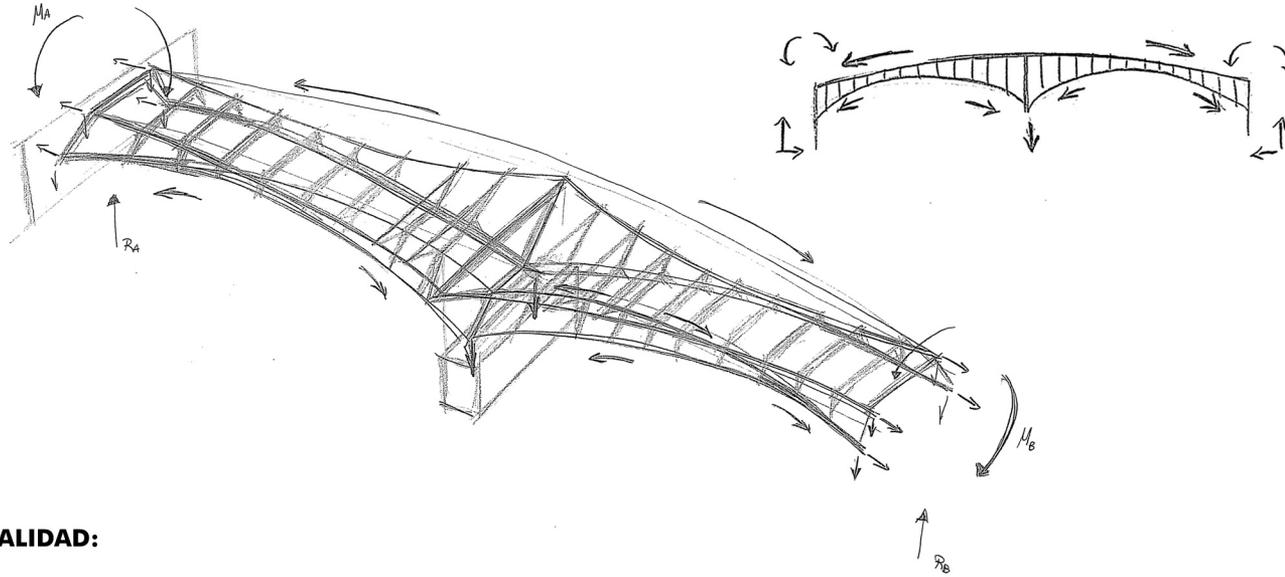
Acceso 1



Acceso 2



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Hormigón armado

Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Acero

Mobiliario



FICHA

06_PASARELA DES DEUX RIVES

Estrasburgo/Kehl

2000 - 2004





DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Son dos pasarelas en una, pues combina una formada por un arco de un vano muy abierta que permite el paso por el propio arco y otra con una curvatura en planta hacia el exterior que permite el paso sin apenas desnivel ya que entra dentro las orillas.

Las dos pasarelas están unidas mediante tirantes rígidos que las hacen trabajar conjuntamente y que a su vez todo está sujetado por unos tirantes anclados a dos mástiles.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, ciclista y accesible, la cual conecta los impresionantes jardines des Seux-Rives de Estrasburgo con la ciudad de Kehl.

DIMENSIONES:

Luz: 250 m. Longitud del puente 400 m. y del arco 265 m.

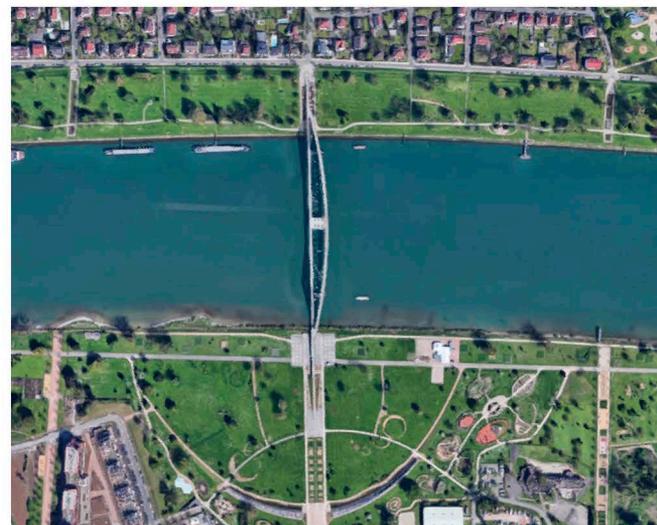
Ancho: 7 m.

Elemento a salvar: Río Rhin

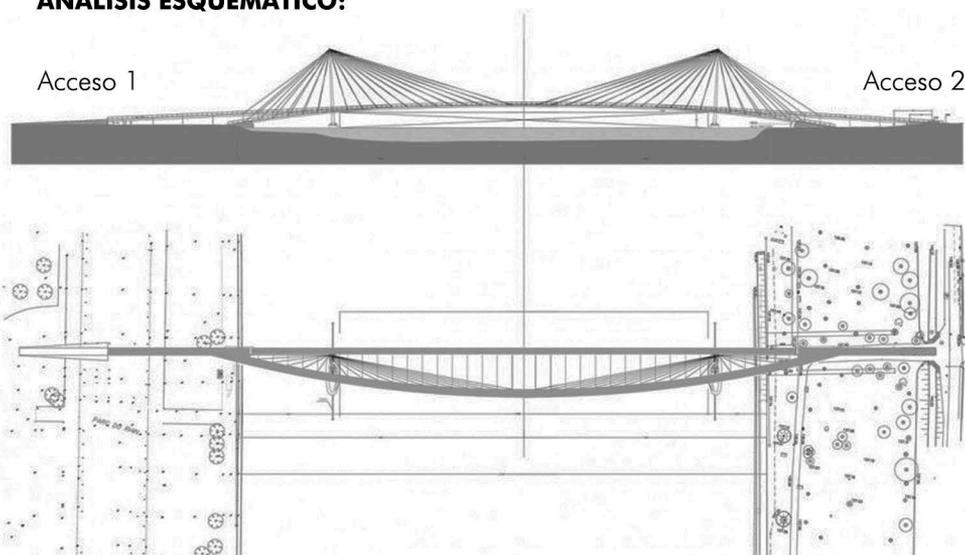
PRESUPUESTO:

12.8 millones de euros.

ENTORNO:



ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - ↳ Cables Paralelos
 - ↳ Estabilización por gravedad
- Vector activo
 - ↳ Mallas espaciales
 - ↳ Espaciales lineales
 - ↳ Viga espacial
- Sección activa

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- Puente Arco
 - Arco bajo tablero
 - Arco sobre tablero
 - Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

- Viga espacial en arco
- Viga espacial curva
- Mástiles inclinados
- Tirantes (cables y rígidos)



Acceso 1



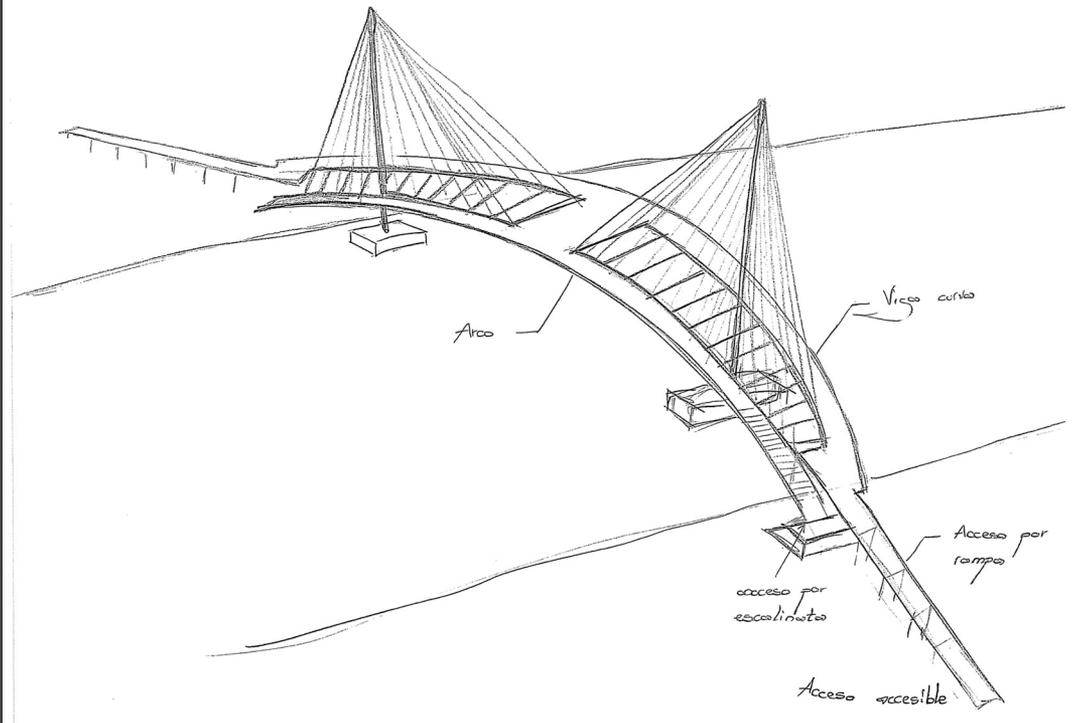
Acceso 1 - escalinata

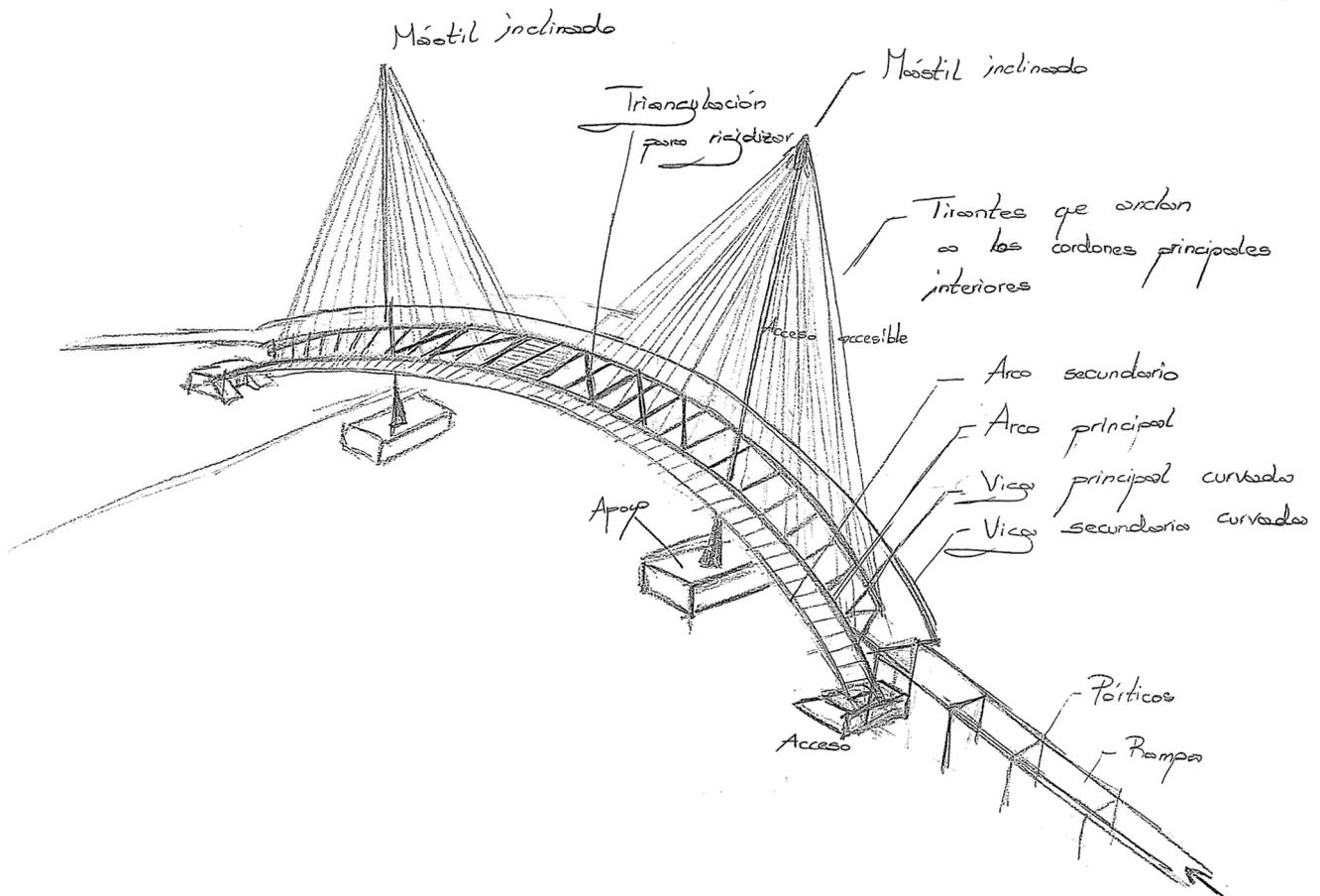
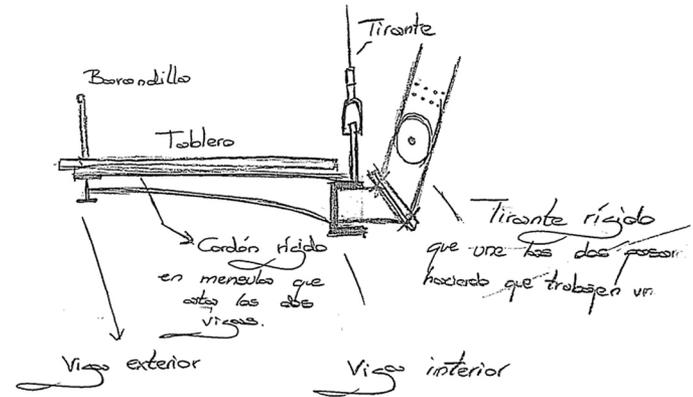


Acceso 2

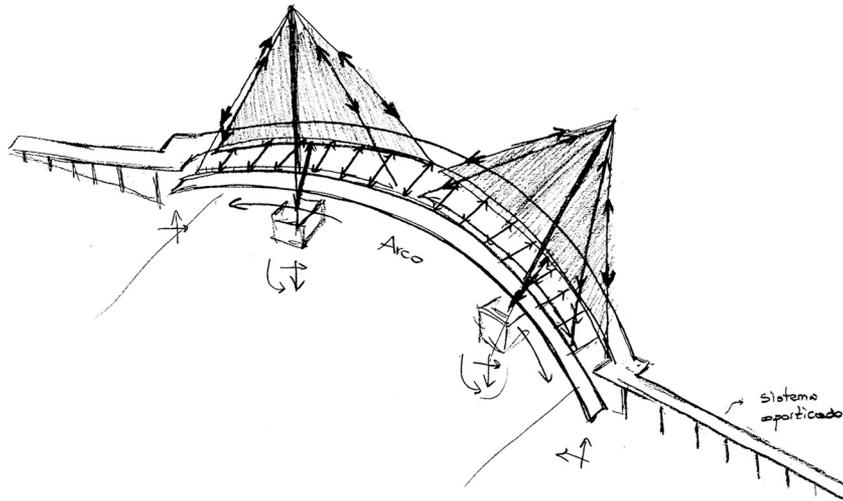


Acceso 1 - rampa





ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERI.

Estru



Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Hormigón armado

Pavimento (tablero)



Hormigón

Barandillas



Acero

Mobiliario



Madera y acero

FICHA

07_PASARELA LIU SHU

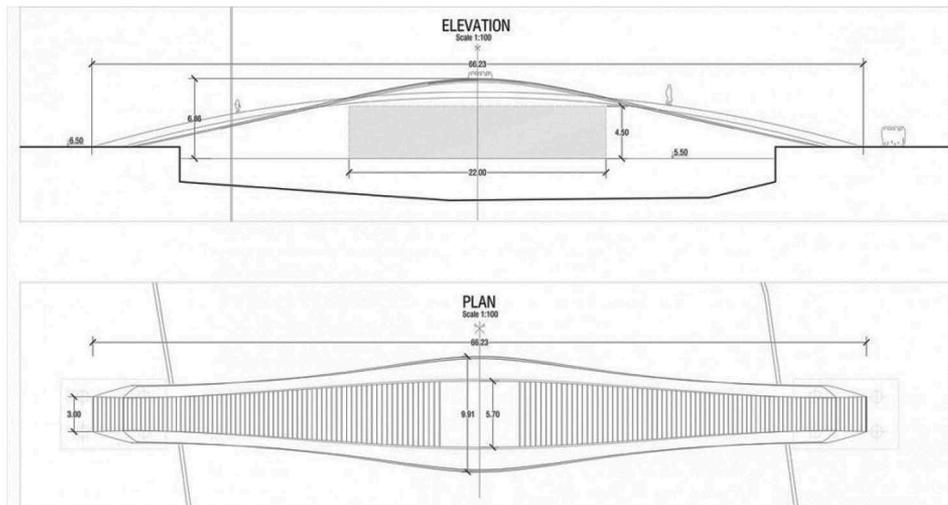
Yangzhou, China.

2010





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela formada por un arco rebajado de un vano muy abierto que permite el paso por el propio arco, permitiendo un gálibo por el cual puedan pasar las barcas por el canal.

Pasarela de una sencillez y elegancia extraordinaria.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal y ciclista, la cual conecta los dos paseos ajardinados que siguen el propio canal.

DIMENSIONES:

Luz: 66.23 m.

Ancho: Variable entre 3 y 5.70 m.

Elemento a salvar: Canal

PRESUPUESTO:

0.9 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

- | | |
|---|---|
| Acceso 1: | Acceso 2: |
| <input checked="" type="checkbox"/> Peatonal | <input checked="" type="checkbox"/> Peatonal |
| <input checked="" type="checkbox"/> Ciclista | <input checked="" type="checkbox"/> Ciclista |
| <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) | <input type="checkbox"/> Accesible (<10% Pte) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Único | <input checked="" type="checkbox"/> Único |
| <input type="checkbox"/> Doble | <input type="checkbox"/> Doble |
| <input type="checkbox"/> A distintas cotas | <input type="checkbox"/> A distintas cotas |

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - Vector activo
 - Sección activa
 - Superficie activa
- ↳ Láminas plegadas
- ↳ Lineales

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- | | |
|---|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> Puente Arco | <input type="checkbox"/> Arco bajo tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Viga | <input type="checkbox"/> Arco sobre tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Pórtico | <input checked="" type="checkbox"/> Arco como tablero |
| <input type="checkbox"/> Puente Colgante | |
| <input type="checkbox"/> Puente Atirantado | |

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

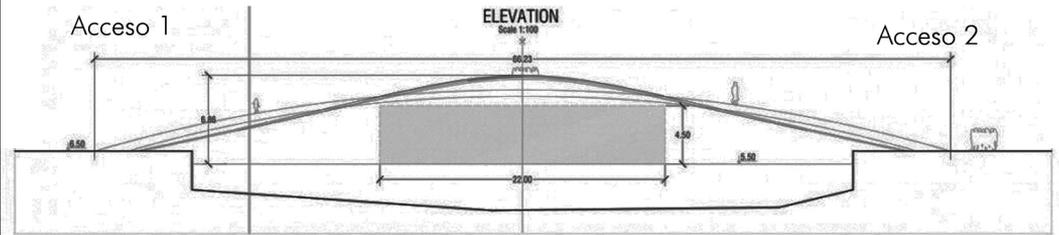
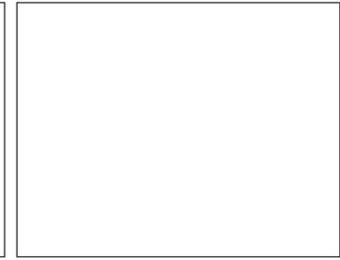
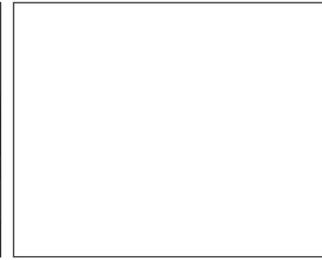
- Prefabricado
- In-situ

ELEMENTOS:

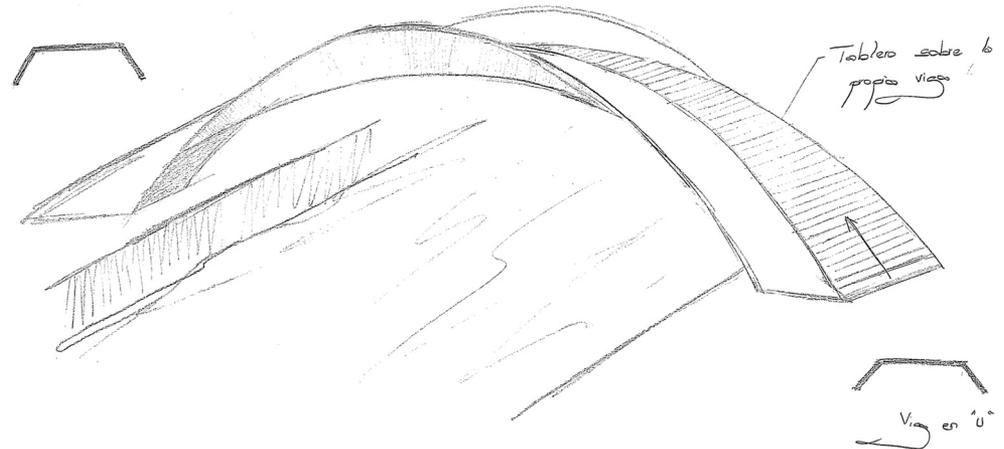
- Viga en "U"
- Viga en arco



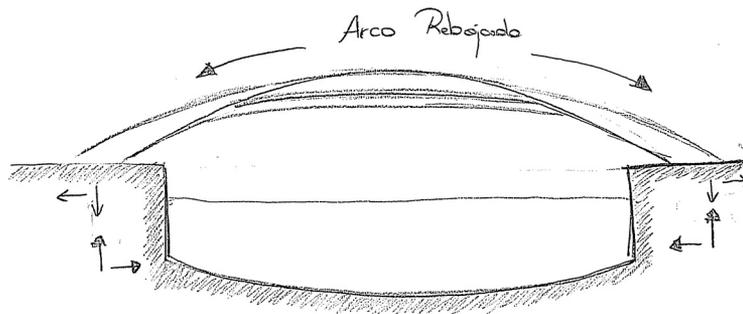
Acceso 1



esquema de desarrollo de la viga



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



Hormigón armado

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Pavimento (tablero)



Madera

Barandillas



Acero

Mobiliario



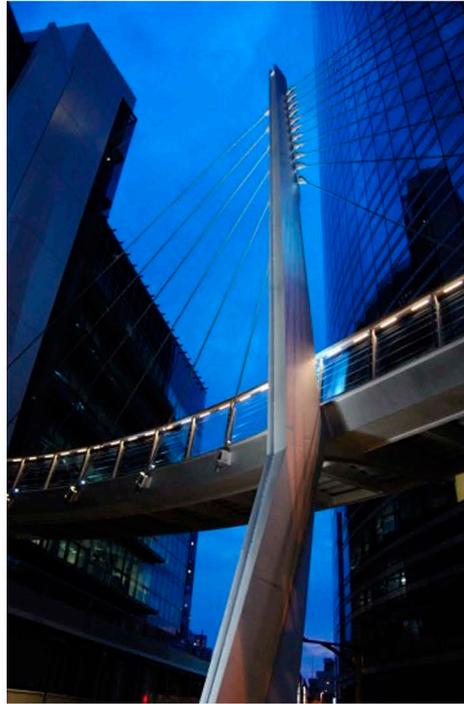
FICHA

08_PASARELA HAUBANÉE

Puteaux, Francia.

2009 - 2012





DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela ligera de aspecto muy elegante, con curvatura para moverse entre dos edificios de oficinas que también son curvos. Se trata de una pasarela atirantada que sujeta la estructura horizontal principal del tablero, que se trata de una viga con la misma curvatura de la pasarela.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal, la cual conecta los edificios de oficinas a una cota superior de la calle que permite este paso privado y exterior entre edificios exentos.

DIMENSIONES:

Luz: 50 m.

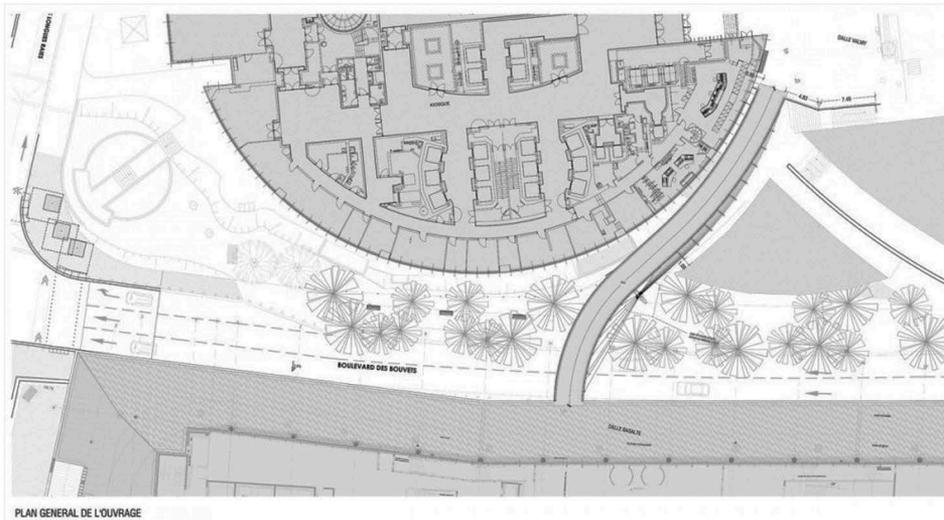
Ancho: 3.50 m.

Elemento a salvar: calle

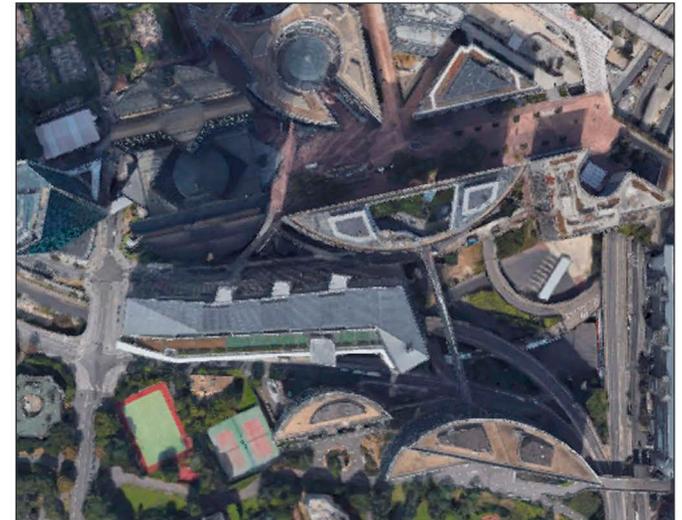
PRESUPUESTO:

3 millones de euros.

ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



ENTORNO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
 - ↳ Cables paralelos
 - ↳ Estabilización por gravedad
- Vector activo
- Sección activa
 - ↳ Viga continua
 - ↳ Viga curva

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

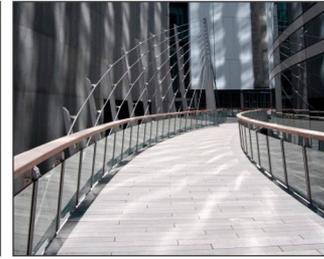
- Puente Arco
 - Arco bajo tablero
 - Arco sobre tablero
 - Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

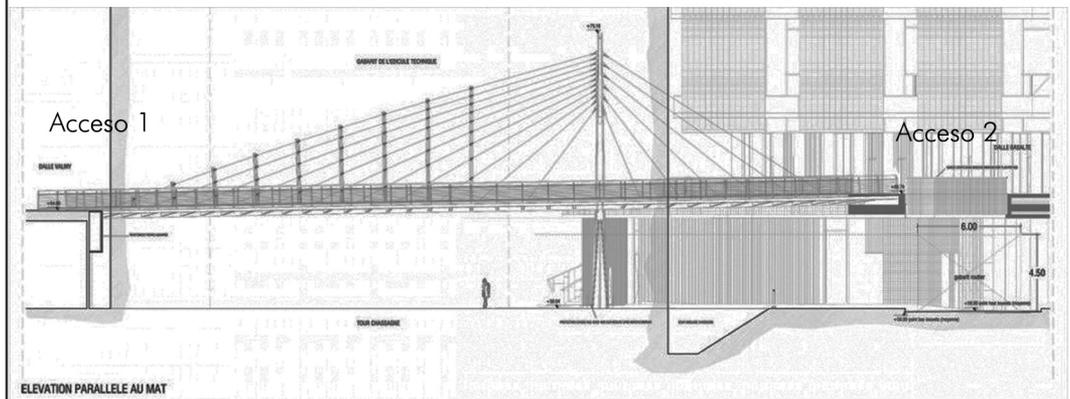
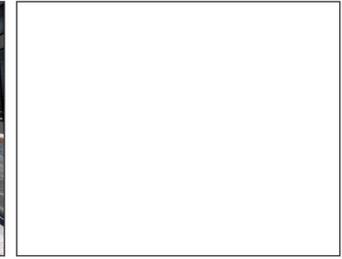
- Prefabricado
- In-situ

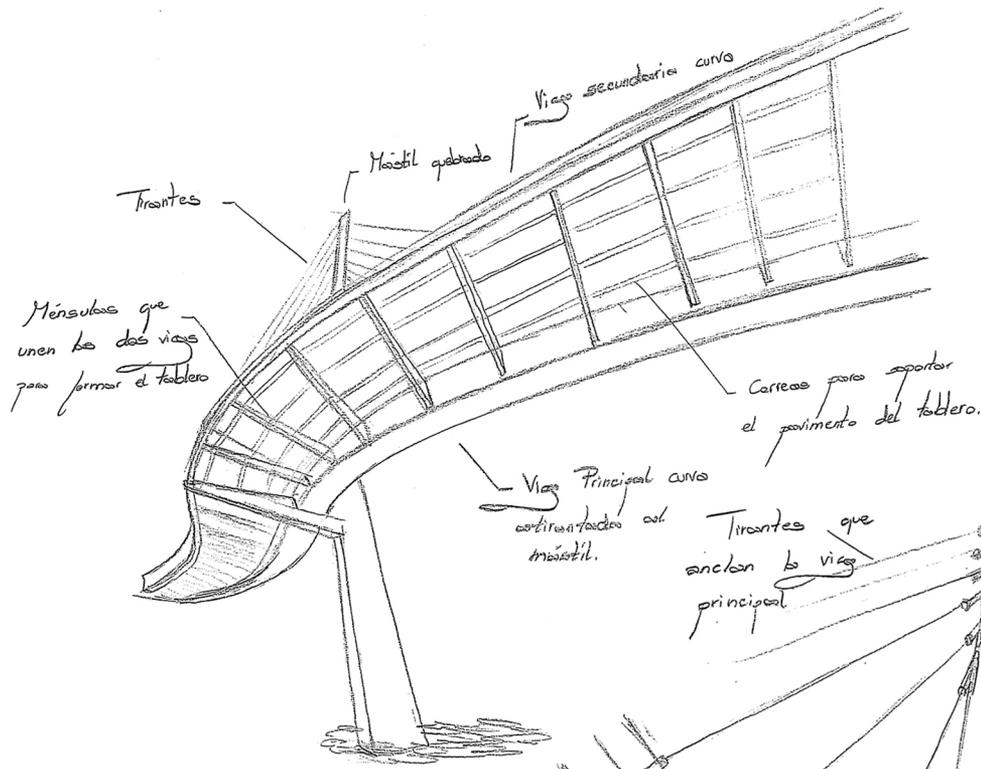


Acceso 1



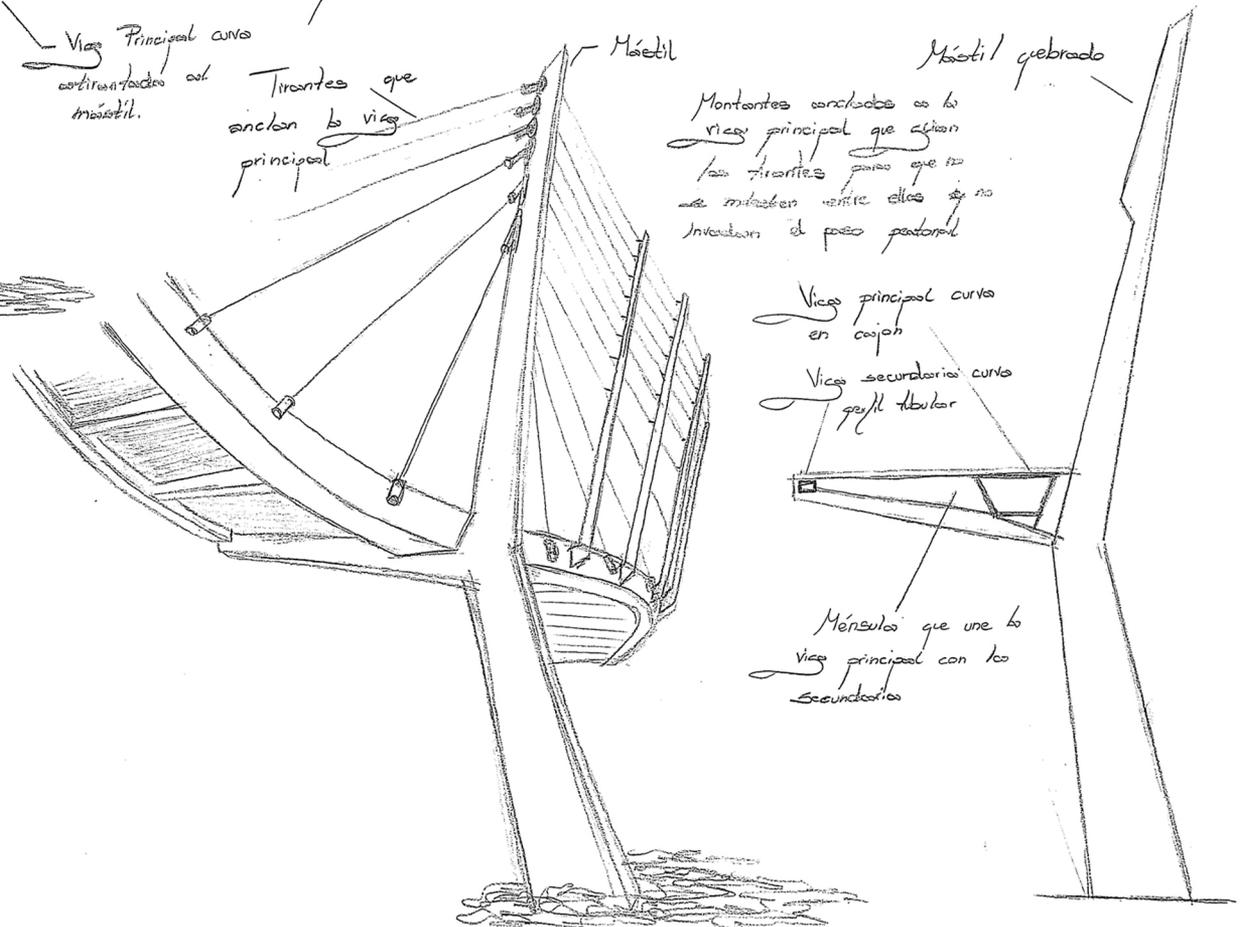
Acceso 2



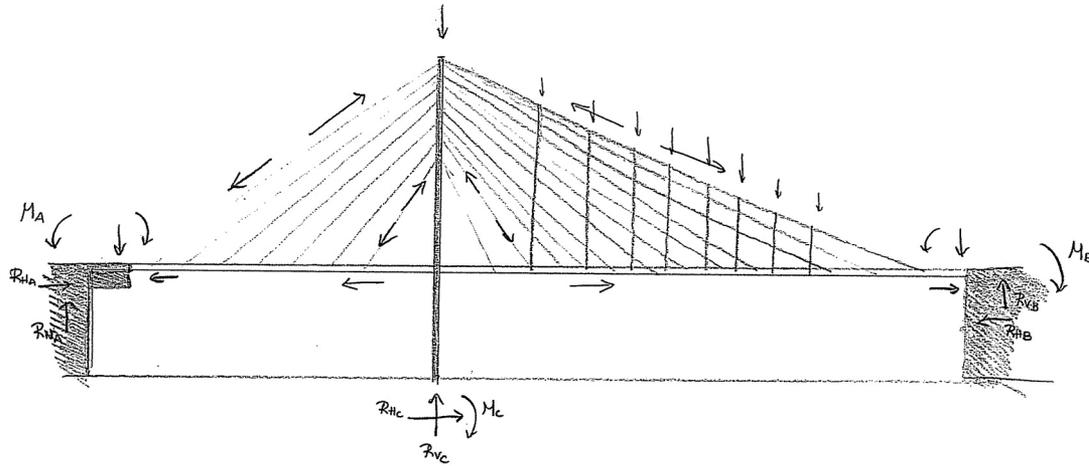


ELEMENTOS:

- Viga en cajón
- Viga curva
- Mástil quebrado
- Tirantes (cables)



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



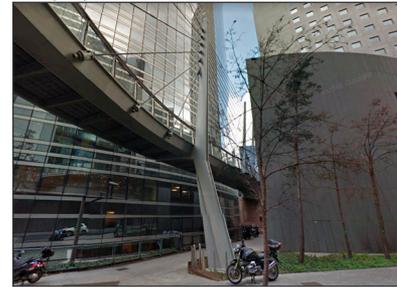
Acero

Arranques



Acero

Apoyos



Acero

Pavimento (tablero)



Pétreo

Barandillas



Acero, madera y vidrio

Mobiliario



FICHA

09_PASARELA SUR LA TET

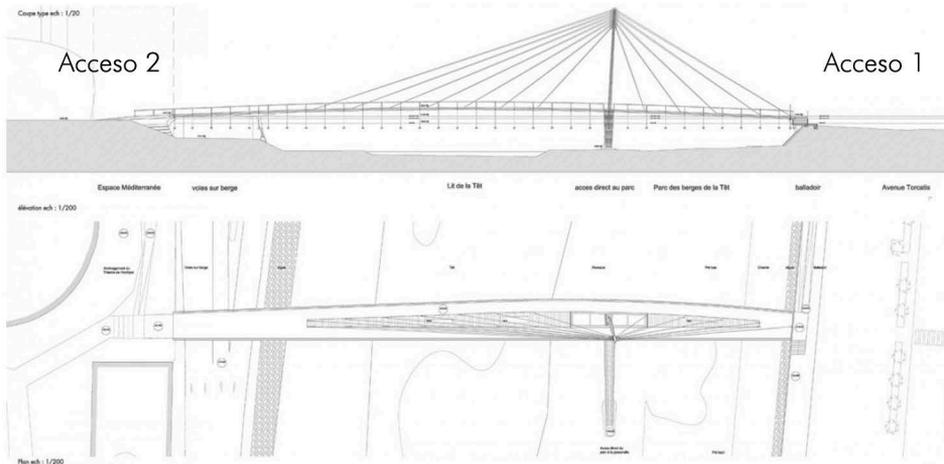
Perpignan, Francia.

2009-2015





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela de gran longitud a la cual accedes por un único acceso a cada extremo de ella, pero luego se bifurca en dos en el tramo central, dejando un hueco en la zona central por donde atraviesa el mástil que mediante tirantes ancla en las vigas principales del tablero. Se trata de dos vigas principales en el interior de las pasarelas que al llegar a los arranques se une formando una sola viga, mientras en los lados exteriores del tablero hay dos vigas secundarias que se atan a las principales mediante cordones rígidos.

FUNCIONALIDAD:

Pasarela peatonal y ciclista, la cual conecta la plaza interior y el Tetro del Archipel con la zona de Bas-Vernet que se sitúa al otro lado del río La Tet.

DIMENSIONES:

Luz: 130 m.

Ancho: Variable entre 3 y 8 m.

Elemento a salvar: La Tet

PRESUPUESTO:

3.8 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas



Acceso 1



Acceso 2

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

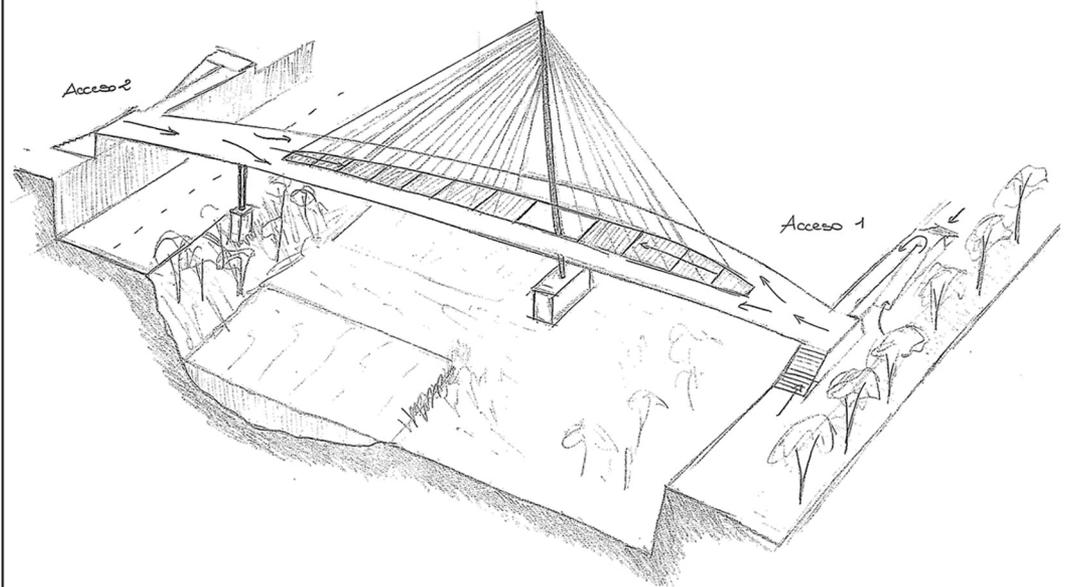
- Forma activa
 - ↳ Cables paralelos
 - ↳ Estabilización por gravedad
- Vector activo
- Sección activa
 - ↳ Viga continua
 - ↳ Viga curva

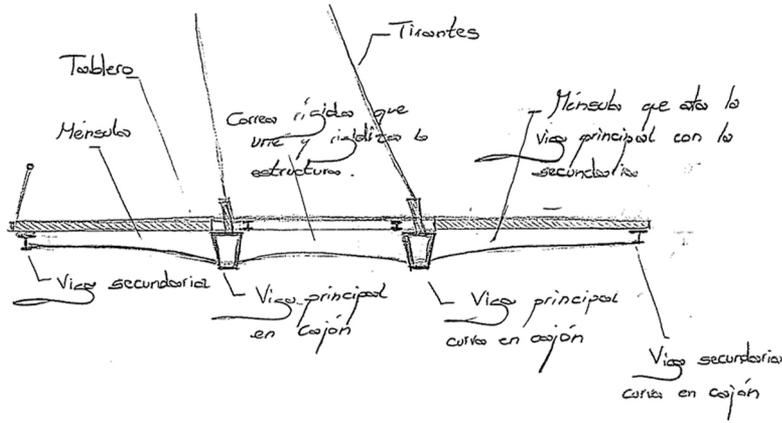
TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- Puente Arco
 - Arco bajo tablero
 - Arco sobre tablero
 - Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

SISTEMA CONSTRUCTIVO:

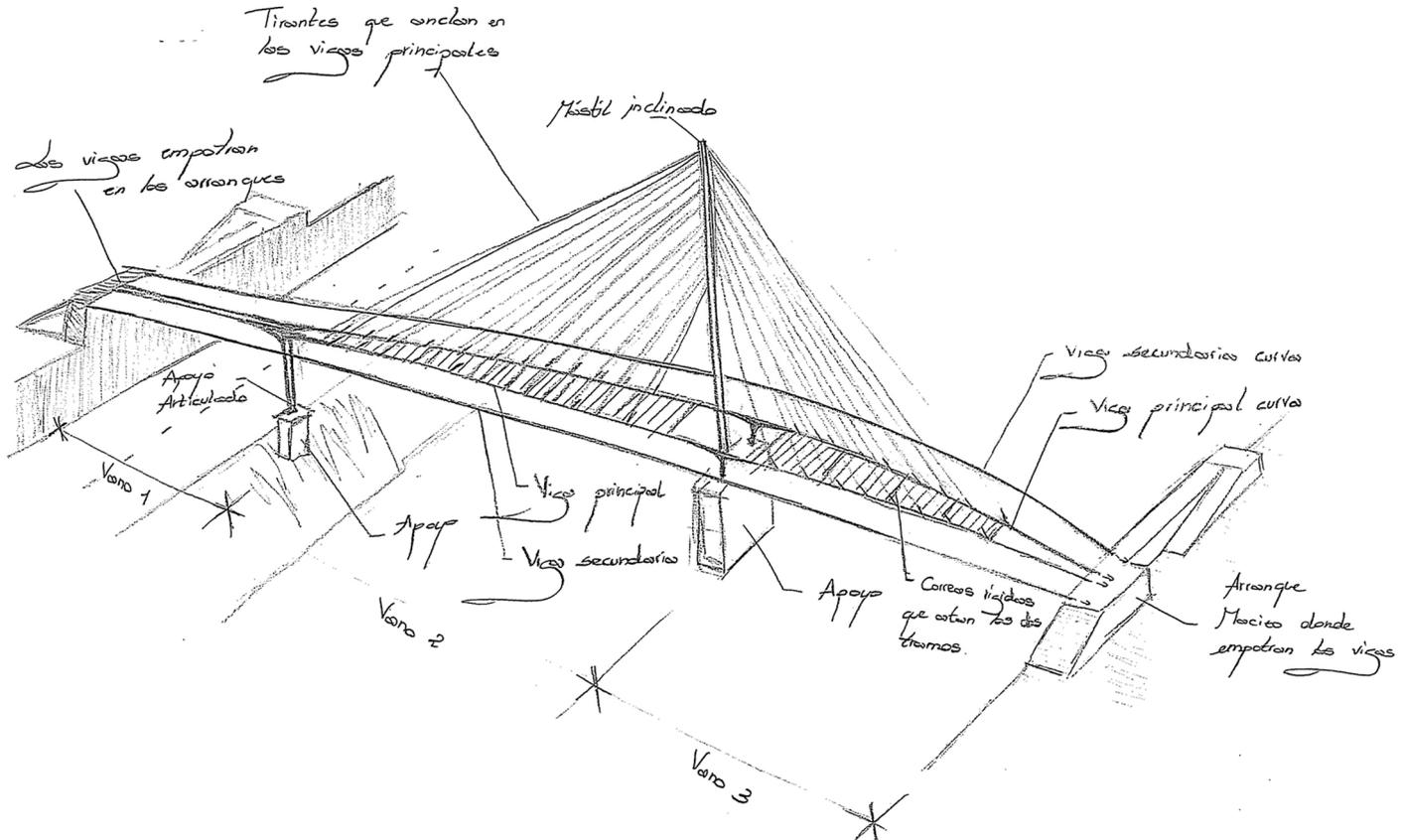
- Prefabricado
- In-situ



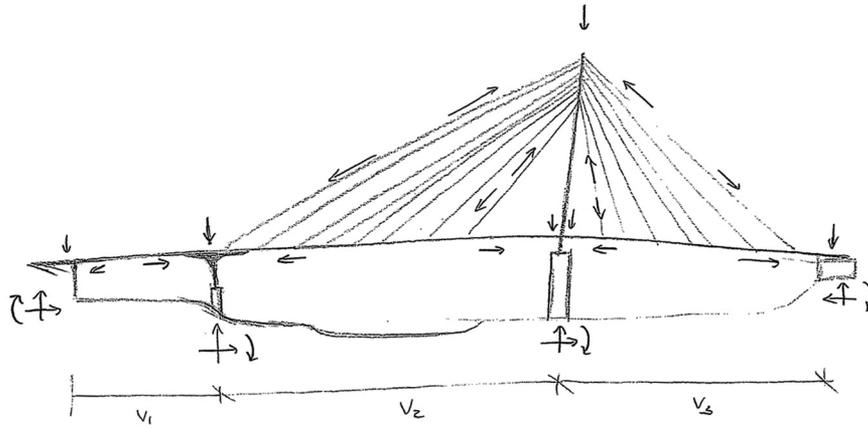


ELEMENTOS:

- Viga en cajón recta
- Viga en cajón curva
- Apoyos
- Mástil inclinado
- Tirantes (cables y rígidos)
- Viga espacial



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



Acero

Arranques



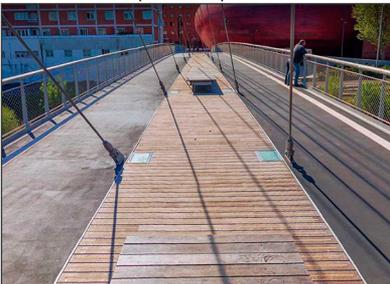
Hormigón armado

Apoyos



Hormigón armado y acero

Pavimento (tablero)



Madera y Asfalto

Barandillas



Acero

Mobiliario



Madera y acero

FICHA

10_PASARELA DE LA COULÉE VERTE

Créteil/Valenton, Francia.

2010 - 2015





ANÁLISIS ESQUEMÁTICO:



DESCRIPCIÓN:

(Forma geométrica)

Pasarela de gran recorrido, formada por dos arcos principales que como si de ondas se trataran van por arriba y por abajo del tablero y que se unen mediante tirantes rígidos a las dos vigas que soportan el tablero en sus extremos. Todo ello conformando un tipo de "U" que cada cierta longitud descansa en apoyos intermedios creando cinco vanos.

FUNCIONALIDAD:

Conectar dos jardines lineales para dar esa continuidad por un paso elevado a salvo del tráfico, la cual consta de dos tramos rectos, por el que asciendes o descendes dependiendo donde te encuentres, ya que los jardines están a distintas cotas.

DIMENSIONES:

Luz: 270 m.

Ancho: 5.40 m.

Elemento a salvar: Carretera RN406

PRESUPUESTO:

4.5 millones de euros.

ENTORNO:



ACCESO:

Acceso 1:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas

Acceso 2:

- Peatonal
- Ciclista
- Accesible (<10% Pte)
- Único
- Doble
- A distintas cotas



Acceso 1



Acceso 2

CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL:

(Clasificación según Heino Engel)

- Forma activa
- Vector activo
 - ↳ Mallas espaciales
 - ↳ Espaciales lineales
 - ↳ Viga espacial

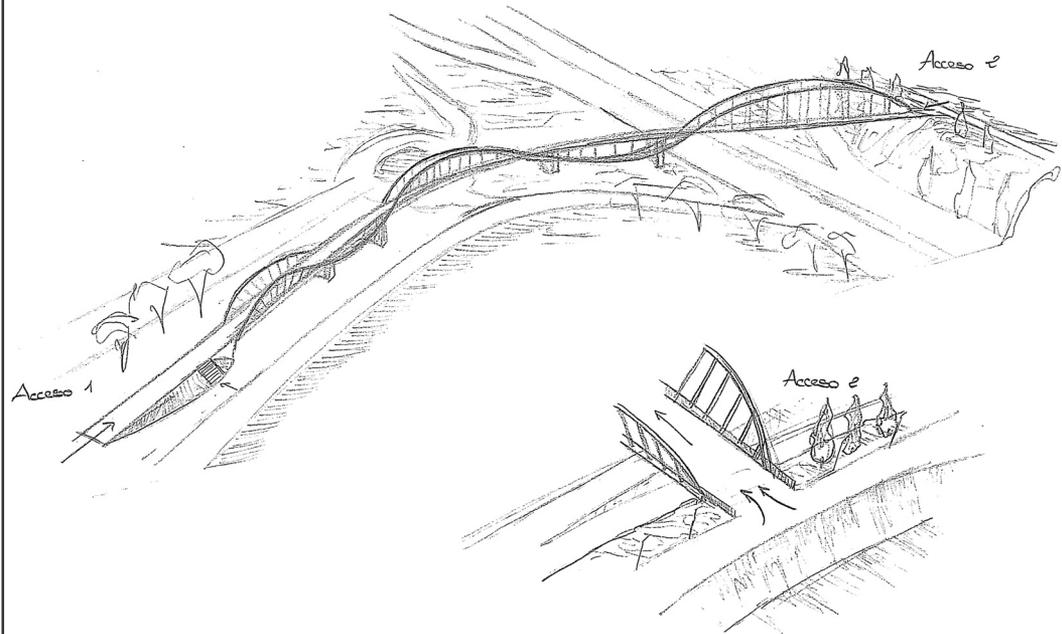
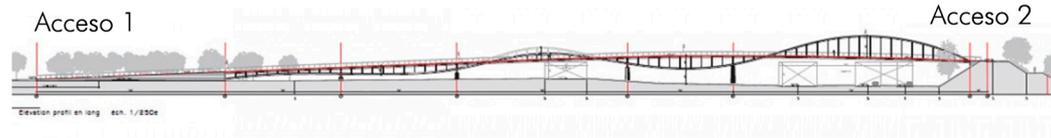
- Sección activa

TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL:

- Puente Arco
 - Arco bajo tablero
 - Arco sobre tablero
 - Arco como tablero
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado

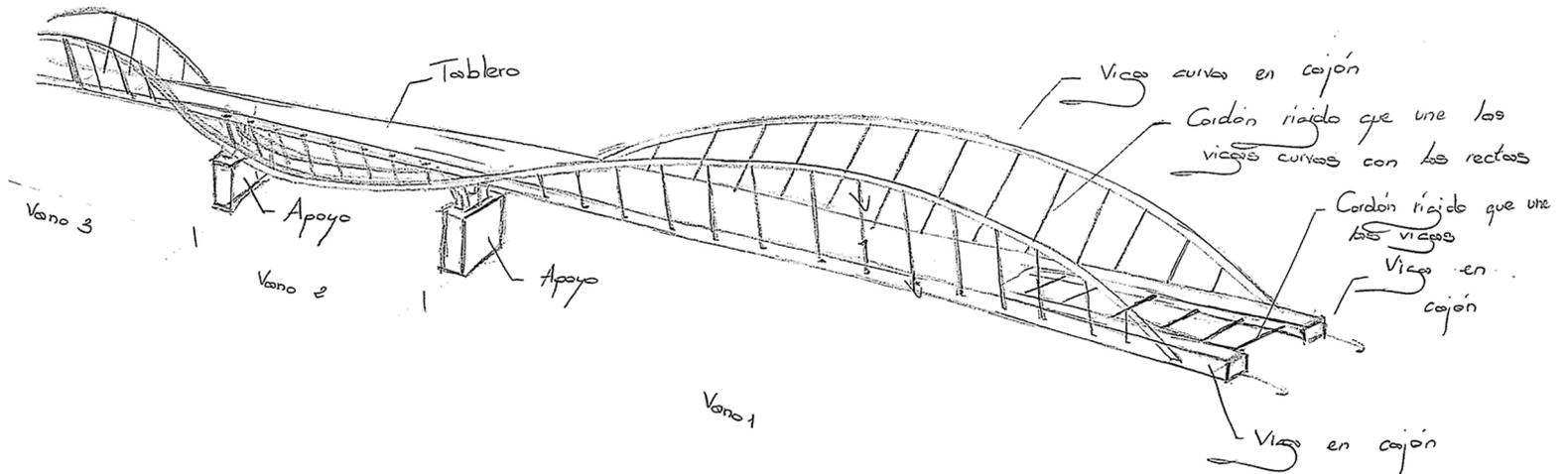
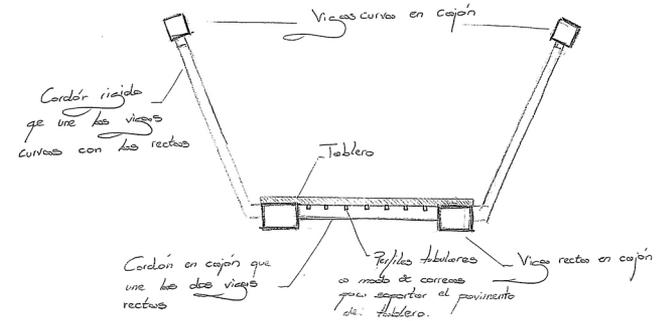
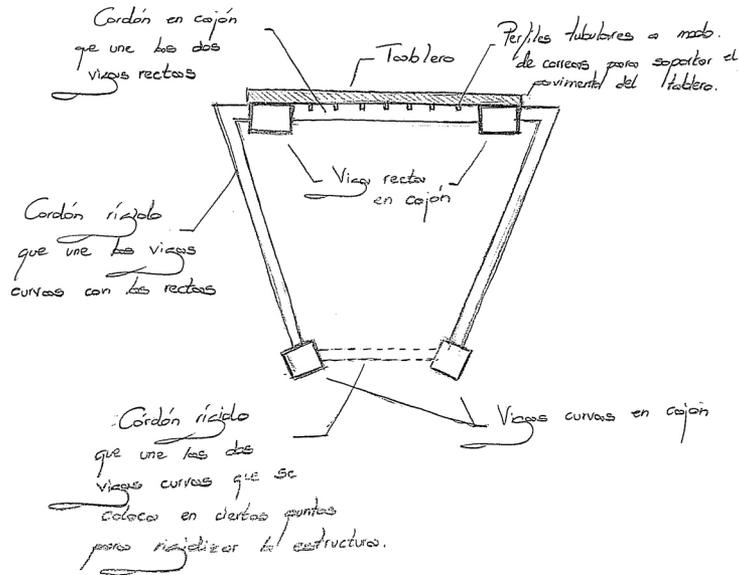
SISTEMA CONSTRUCTIVO:

- Prefabricado
- In-situ

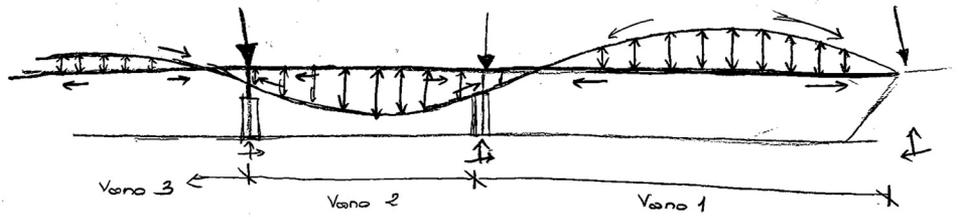


ELEMENTOS:

- Viga en cajón
- Vigas curvas
- Vigas rectas
- Tirantes rígidos
- Apoyos



ESQUEMA DE ESFUERZOS



MATERIALIDAD:

Estructura



Acero

Arranques



Hormigón armado

Apoyos



Hormigón armado y acero

Pavimento (tablero)



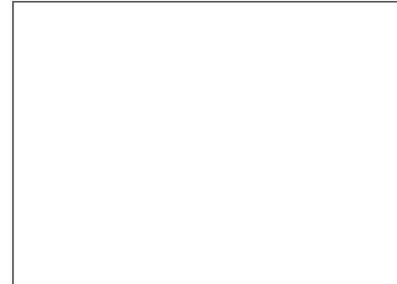
Hormigón

Barandillas



Acero

Mobiliario



IV.c. TABLA RESUMEN

Una vez terminada la elaboración de las fichas de catalogación de las pasarelas, realizamos una tabla resumen donde plasmar todas las características principales a destacar de cada una de ellas y poniéndolas en comparación con el resto. En la tabla se puede apreciar el conjunto de variedades tipológicas de pasarelas que ha utilizado Marc Mimram, para el diseño y elaboración de sus proyectos, al igual que la variedad de elementos utilizados en cada una de ellas, y que nos proporcionan una cierta noción de su evolución en cuanto al trascurso del tiempo y dimensiones.

En la tabla, presentada de una forma distinta a lo común, pretende una fácil y original lectura, que intuitivamente sin haber visto otra igual sabes cómo buscar en ella. Es un tabla que tanto nos sirve como para catalogarlas como para ser una referencia de diseño de pasarelas fragmentada, que según el tipo de pasarela que podamos realizar bien por si planteamos un tipo de estructura u otro o bien dependiendo de los apoyos o luces que queramos hacer, podemos buscar en la tabla y encontrar ejemplos, que a su vez te dirigen a las fichas donde están analizadas en detalle, para su mejor comprensión.

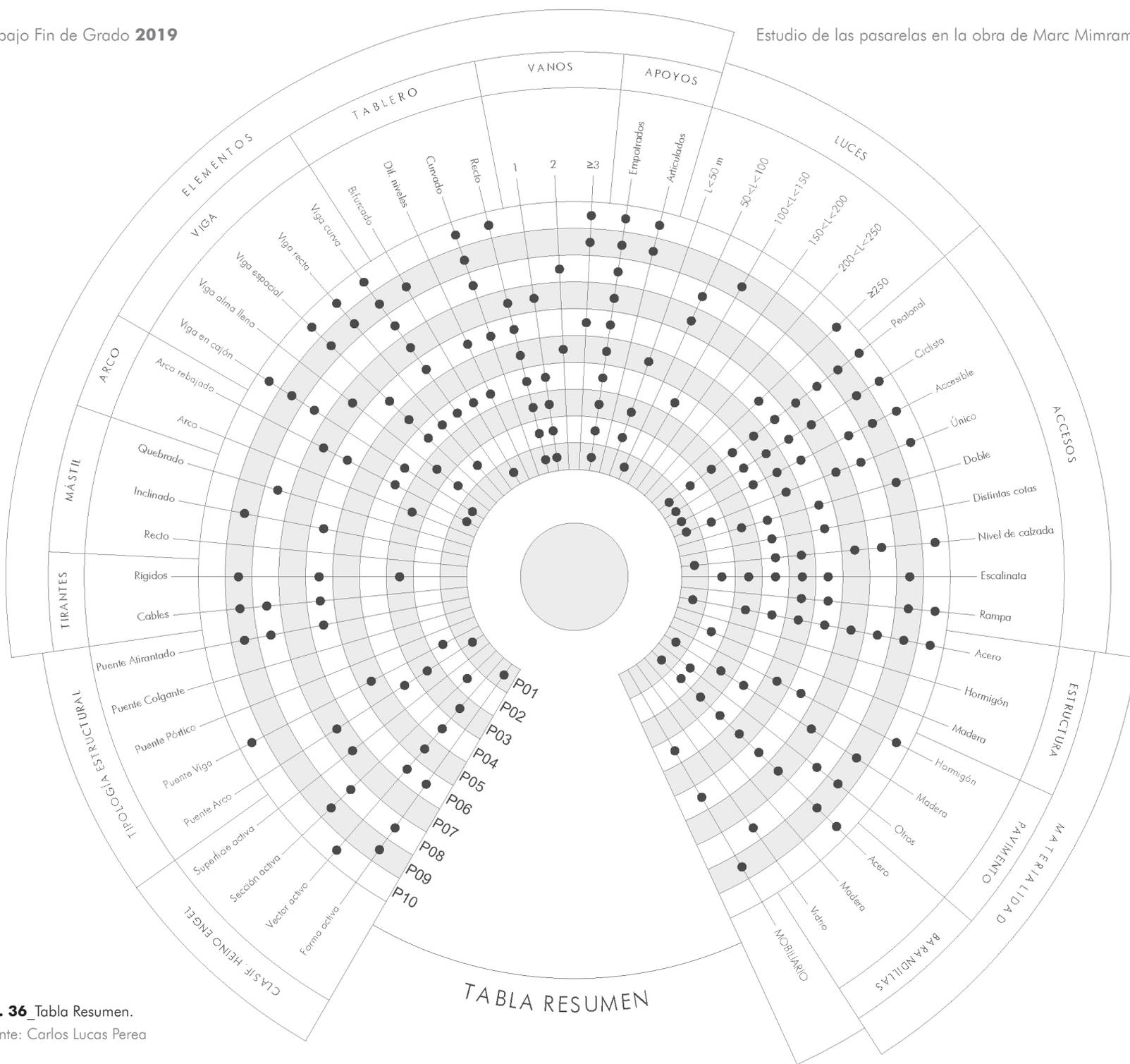
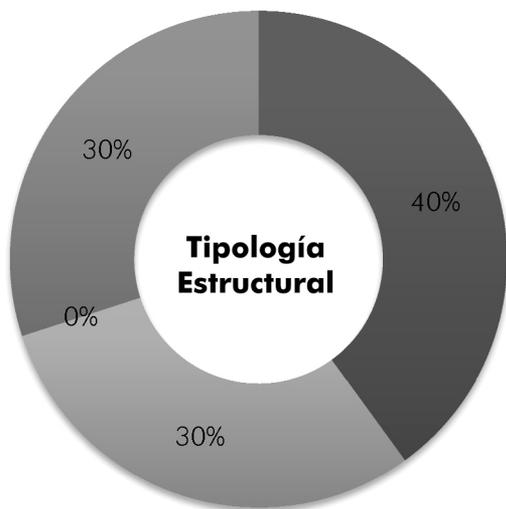


Fig. 36 Tabla Resumen.
Fuente: Carlos Lucas Perea



- Puente Arco
- Puente Viga
- Puente Pórtico
- Puente Colgante
- Puente Atirantado



- Forma activa
- Vector activo
- Sección activa
- Superficie activa

Fig. 37_Gráficos.

Fuente: Carlos Lucas Perea

- P01**_Pasarela PSO
- P02**_Pasarela Leaugly
- P03**_Pasarela des Francs Moisis
- P04**_Pasarela Solferino
- P05**_Pasarela de Figeac
- P06**_Pasarela des Deux Rives
- P07**_Pasarela Liu Shu
- P08**_Pasarela Haubanée
- P09**_Pasarela Sur la Tet
- P10**_Pasarela de la Coulée Verte

La Tabla Resumen, presentada en un formato distinto nos permite localizar por intersección, el elemento o característica que deseemos encontrar de un golpe de vista, y de una forma intuitiva.

De ella se extrae la información presentada en los gráficos que podemos observar, los cuales nos facilitan los porcentajes de uso de tipologías estructurales y su clasificación estructural, por parte de Marc Mimram en sus pasarelas. Y en los cuales a simple vista podemos apreciar la nula utilización de las tipologías estructurales de puente colgante y puente pórtico.



Conclusiones

CONCLUSIONES

Reflexiones Finales

El presente trabajo de análisis y catalogación de pasarelas, está muy vinculado al campo de las estructuras ligeras, un tema muy relevante en la actualidad, ya que nos permite conseguir mucho con pocos medios. Es el objetivo de obtener el mayor rendimiento posible de la pieza por su forma, que deja de ser aleatoria, porque ha sido deducida a partir de su forma de trabajo.

Como ya se ha comentado anteriormente en el apartado II.a, las estructuras ligeras se abren camino a través de las nuevas tecnologías, formas, materiales y tipos estructurales como el vidrio, las mallas y las redes de cables tensadas, protagonizando hoy en día la construcción civil y arquitectónica del siglo XXI.

La relevancia de la unión entre arquitectos e ingenieros, fue tal que produjo “La Aventura Laminar de la Arquitectura Moderna”, en la segunda década del siglo XX, en la cual buscaban “la más eficaz, desnuda y esbelta forma laminar resistente, en un intento de crear con mayor libertad de forma y tamaño, que les ofrecía el recién nacido hormigón armado”. “Perseguían la eficacia de la forma, entendiendo por eficacia, no solo su óptimo funcionamiento estructural, la utilización mínima cantidad de material (esbeltez), la racionalización de los procesos constructivos, y su coste, sino también la eficacia funcional y estética que aportaba la supresión de elementos superfluos.” [16]

Todo este movimiento hizo eco en el mundo de las Bellas Artes, en el de Filosofía, la Ingeniería, la Arquitectura, la Literatura, la Música y la Danza, donde todas ellas, de una cierta o particular manera hicieron suyo el mismo lema “less is more”, famosa frase atribuida a Mies van der Rohe.

Por tanto, ponemos en valor la unión y trabajo en conjunto de arquitectos e ingenieros, pues supuso y supone la búsqueda de la eficacia de la forma, en todos sus aspectos, como el menor uso de material posible con su mayor resistencia, la desnudez de los materiales resistentes adoptando soluciones constructivas sencillas y elegantes (belleza), dando sensación de ligereza, y por supuesto atendiendo a todos los numerosos aspectos que deben cumplir, destacando de entre ellos la funcionalidad, la relación con el entorno y la economía.

En este trabajo de fin de grado, dentro del ámbito de las estructuras ligeras, las pasarelas, se puede observar cómo se atienden cada uno de esos aspectos, aunando en cada estructura las dos vertientes, la de ingeniería civil y la arquitectónica, dando coherencia a todo el proyecto. Pues el proyecto, consta de varias fases empezando por la de ideación y su aspecto, estudiando como su forma puede atender tanto al aspecto estructural como al funcional de la propia pasarela.

Este tipo de infraestructuras de obra de ingeniería había estado fuera del alcance de los arquitectos, pero cada vez más en estas obras de pequeña y mediana escala, entra en el equipo el papel

del arquitecto, el cual aporta otra visión, que es o ha sido criticada por los ingenieros, de diseñar de forma visual y estética sin atender a los aspectos estructurales o a cómo se va a realizar, e incluso los arquitectos criticando a los ingenieros por sólo atender a los aspectos ingenieriles del cálculo o la forma adoptada.

En cambio, la nueva vía de exploración de la arquitectura es la unidad de ambas vertientes que puedan ayudarse, complementarse y mejorar la racionalidad de la construcción actual y posterior, donde el máximo se consiga con el mínimo, pues esta ley parece no inmutarse con el paso del tiempo.

El estudio de las pasarelas de Marc Mimram, me ha supuesto un gran reto, pues esta tipología estructural no se da ni se ve en toda la carrera, pues se sale del canon de labores de un arquitecto convencional, pero pienso que el conocimiento de todo tipo de estructuras, ya bien sea a nivel teórico es de gran ayuda a la hora de abordar nuevos proyectos, de emprender nuevas labores dentro del mundo de la arquitectura e incluso de formar equipo con ingenieros. Pues quién no tiene miedo de encargar un proyecto de instalaciones a un ingeniero, y que te destruya el proyecto arquitectónico al que tantas horas has dedicado.

Como reflexiones del trabajo de la realización de análisis de las pasarelas de Marc Mimram, su catalogación mediante fichas y su posterior puesta en común mediante una tabla que nos facilita la selección o identificación de los elementos y aspectos analizados en las fichas, podría decirse que en grandes rasgos ha sido una ardua labor de comprensión de estructuras que al principio parecían fuera del alcance de un estudiante de arquitectura.

Pero esta es la finalidad del trabajo, la creación de una tabla que a través de nuestros limitados conocimientos en ingeniería civil, seamos capaces de comprender, en incluso de diseñar a modo teórico, con las nociones de forma de trabajo de las piezas que conforman la estructura. Por tanto si queremos diseñar una pasarela pequeña este tipo de tabla y análisis nos facilitan tanto referentes como diversas formas de ejecutarse dependiendo la tipología estructural.

Finalmente vamos a relacionar algunas de las obras analizadas con otras pasarelas del ingeniero alemán llamado Jörg Schlaich, al que hemos elegido no solo por su gran amplio abanico de pasarelas construidas y ser un referente en el mundo de las estructuras ligeras, sino porque también buscaba la cooperación con arquitectos, entendiendo el proceso de diseño y no sólo el de cálculo.

En cada proyecto es necesaria la comprensión por parte del ingeniero del concepto de estructura planteado para atender a los aspectos de relación con el entorno, funcionalidad e idea del arquitecto, y poder trabajar conjuntamente con todos los recursos posibles desde el inicio del proyecto.

Como ya hemos dicho en varias ocasiones, cada pasarela es una estructura singular con determinadas condiciones, pero nos hemos centrado en la tipología estructural para escoger de entre las pasarelas del estudio Schlaich Bergermann Partner aquellas a las que vamos a comparar con las de Marc Mimram.



Fig. 38_Pasarela de la Paix en Lyon, Francia. 2014.

Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/passerele-de-la-paix-1/>



Fig. 39_Pasarela Memorial Phyllis Tilley en Texas, USA. 2012.

Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/phyllis-tilley-memorial-bridge/>

En primer lugar vamos a coger la **Pasarela Solférino**, una de las pasarelas destacada de Marc Mimram, y la vamos a comparar con la **Pasarela de la Paix** en Lyon (Francia), ejecutada en 2014, con el doble de luz, y solventada con la misma tipología estructural, mediante un arco y una gran viga recta paralela al arco, teniendo como en la pasarela Solférino accesos a distintos niveles, el cual el arco como tablero solventado mediante escalones nos conecta las dos orillas del río y en la cota superior nos proporciona acceso la viga recta la cual conecta con el arco en medio de la pasarela como si de un punto central de reunión sobre el río se tratara, y por el simple hecho que es donde interseccionan la recta y el arco rebajado. Mediante triangulaciones rígidas se unen los dos elementos, haciendo que trabajen conjuntamente y formando una viga espacial.

En segundo lugar, hemos escogido la **Pasarela des Francs Moisis** y la vamos a comparar con la **Pasarela Memorial Phyllis Tilley** en Texas (USA), ejecutada en 2012, con más del doble de luz, resuelta con la misma tipología estructural en arco. Está resuelta muy elegantemente mediante dos vigas metálicas tipo IPE en arco y empotradas en los arranques de hormigón armado. Mientras que el tablero a diferencia de la pasarela de Marc Mimram no es utiliza el arco como tablero, sino que el tablero está anclado en sus arranques (accesos) dejando el tablero colgado y apoyado en la parte superior de las dos vigas en forma de arco rebajado.



Fig. 40 _Pasarela La Défense en París, Francia. 2007.

Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/passerelle-la-defense/>

En tercer lugar y por último vamos a comparar la Pasarela Haubanée con la Pasarela La Défense en París (Francia), las cuales están situadas en la misma ubicación, pues la de Marc Mimram está situada al sureste del edificio conectando dos edificios, al igual que la pasarela de Schlaich que está situada en la parte noroeste del edificio. Ambas siguen paralelamente el edificio circular con fachada acristalada. Y a diferencia de la pasarela Haubanée, la pasarela La Défense no contiene un mástil de donde se atirantan los cables, sino que se trata de una pasarela resuelta con tensores rígidos en la cara exterior, y luego por debajo de ella tres cables excéntricos que atirantan la estructura, la cual apoya en dos puntos en cada extremo. Todo ello la convierte en una pasarela atrevida y diferente.



Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA

Baus, U., Schlaich, M. y Dechaw, W. (2008) *Footbridges: construction, design, history*. Basel : Birkhäuser

Cassinello, P. et al. (2011) *Estructuras ligeras: Schlaich Bergerman und Partner*. Madrid:Mairea.

Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili

Fernández Troyano, L. (1999). *Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Flagge, I., Bölge, A. y Cachola Schmal, P. (2003) *Leicht weit = Light Structure: Jörg Schlaich, Rudolf Bergermann*. München. Prestel.

Salvadori, M. (2005) *Estructuras para arquitectos*. Buenos Aires: Nobuko 3ª Ed.

Fromont, F. (2001). *Marc Mimram: Passerelle Solférino Paris = Solférino Bridge Paris*. Basel: Birkhäuser.

Holgate, A. (1997) *The art of structural engineering: the work of Jörg Schlaich and his team*. Stuttgart: Axel Menges.

Marc Mimram - Architecte DPLG Ingénieur ENPC. <<http://www.mimram.com>> [Consulta: 01 de Febrero de 2019]

Jodidio, P. (2015). *Marc Mimram: architecture and structure*. Munich: Prestel

Schlaich bergermann partner. <<https://www.sbp.de/en/>> [Consulta: 17 de Junio de 2019]

Torroja, E., Torroja, J.A. y Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (2007). *Razón y ser de los tipos estructurales*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 01_Estructura natural.

Fuente: <https://www.pinterest.es/pin/601652831442741204/?ip=true>

Fig. 02_Puente de Alcántara

Fuente: https://www.lasexta.com/viajestic/destinos/puentes-romanos-mas-increibles-europa_2017101059dd30700cf2e892aa164f0a.html

Fig. 03_Puente Yavuz Sultan Selim,Estambul.

Fuente: <https://www.lavanguardia.com/vida/20160827/404223031528/inaugurado-puente-colgante-ancho-mundo-estambul.html>

Fig. 04_Estadio Olímpico de Múnich

Fuente: https://www.google.com/search?q=estructuras+ligeras+estadio+Olimpico+de+Munich&rlz=1C1CAFA_enES799ES799&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi9q_ih9KPjAhXPxoUKHR8KC7gQ_AUIECgB&biw=1517&bih=694#imgdi=i=-tYMvi-a6s1zM:&imgsrc=m14qWZl3w79OM

Fig. 05_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 40.

Fig. 06_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 46.

Fig. 07_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 48.

Fig. 08_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 50.

Fig. 09_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 52.

Fig. 10_Clasificación de los sistemas de estructuras en la edificación.

Fuente: Engel, H. (2001). *Sistemas de estructuras*. Barcelona: Gustavo Gili, p. 54.

Fig. 11_Puente Scalzi, Gran Canal de Venecia. 1934 E. Miozzi

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 12_Puente Mythe, río Severn. 1826 T. Telford

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 13_Puente de San Nicolò sobre el río Arno, Florida.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 14_Puente de ferrocarril en Maxau

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 15_Puente sobre el río Mississippi, San Luis.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 16_Puente de Tanavasa sobre el Rin. 1995 R Maillart

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 17_Pasarela en el puert fluvial de Colonia. 1957. Wayss und Freytag

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 18_Viaducto del barranco de Sfalassa, Italia. 1973. S. Zorzi, L Lonardo, S. Procaccia.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 19_Puente Akashi-Kaikyo, Japón. 1999. El mayor puente del mundo.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 20_Pasarela de Kelhein sobre el canal Main-Danubio. 1987. J.Schlauch.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 21_Puente sobre el embalse de Barrios de Luna, España. 1983. Manterola,J.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 22_Puente Tatara, Japón. 1999

Fuente: <https://shikokutours.com/recommended-tours/Shimanami-Kaido-Cycling-More>

Fig. 23_Puente de Skarnsundet (en fase de ejecución), Noruega. 1991. Hovland, S.,

Isaksen, T. y Hansvold, C.

Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 24_Puente de Skarnsundet, Noruega. 1991. Hovland, S., Isaksen, T. y Hansvold, C.
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 25_Puente flotante Lacey V. Murrow sobre el lago Washington, Estados Unidos. 1940.
Sustituido en 1994.
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 26_Puente móvil de las Delicias sobre la dársena, puerto de Sevilla. 1991
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 27_Puente transbordador de Newport, Gran Bretaña. 1906. Arnodin, F.
Fuente: Tierra sobre el agua: visión histórica universal de los puentes

Fig. 28_Foto de Marc Mimram.
Fuente: <[**Fig. 29**_Logotipo de su estudio de arquitectura e ingeniería.
Fuente: <<http://www.mimram.com/>>](https://www.google.com/search?q=marc+mimram&rlz=1C1CAFA_enE-S799ES799&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiz4-DXqKTjAhUnAGMBHd-sUCdMQ_AUIECgB&biw=1517&bih=640#imgdii=o8ueNdC2u89XhM:&imgrc=Y_dK42I-XnLCM:>></p></div><div data-bbox=)

Fig. 30_Estación de peaje érpunes en la A5 en Melun, Francia. 1994
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 31_Pasarela Solférino, París. 1995-2000.
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 32_Puente Zhong Sheng da Dao, Sino Singapur, China. 2010-2012.
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 33_Equipo acuático de Val d'Europe, Bailly Romainvilliers, Francia. 2007-2012.
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 34_Escuela Nacional de Arquitectura, Estrasburgo, Francia. 2008-2014.
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 35_Complejo de patinaje sobre hielo en la piscina, París, Francia. 2002-2006.
Fuente: <<http://www.mimram.com>>

Fig. 36_Tabla Resumen.
Fuente: Carlos Lucas Perea

Fig. 37_Gráficos.
Fuente: Carlos Lucas Perea

Fig. 38_Pasarela de la Paix en Lyon, Francia. 2014.
Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/passerelle-de-la-paix-1/>

Fig. 39_Pasarela Memorial Phyllis Tilley en Texas, USA. 2012.
Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/phyllis-tilley-memorial-bridge/>

Fig. 40_Pasarela La Défensé en París, Francia. 2007.
Fuente: <https://www.sbp.de/en/project/passerelle-la-defense/>



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA