

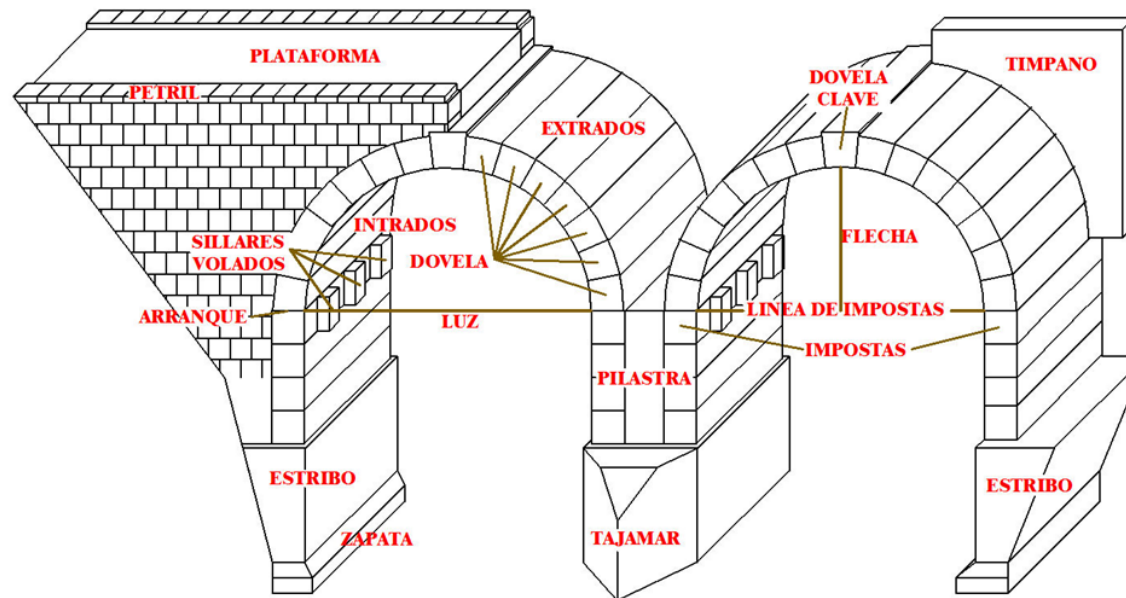


TIPOLOGÍA DE OBRAS DE PASO
Universidad de la República – Curso: 2024

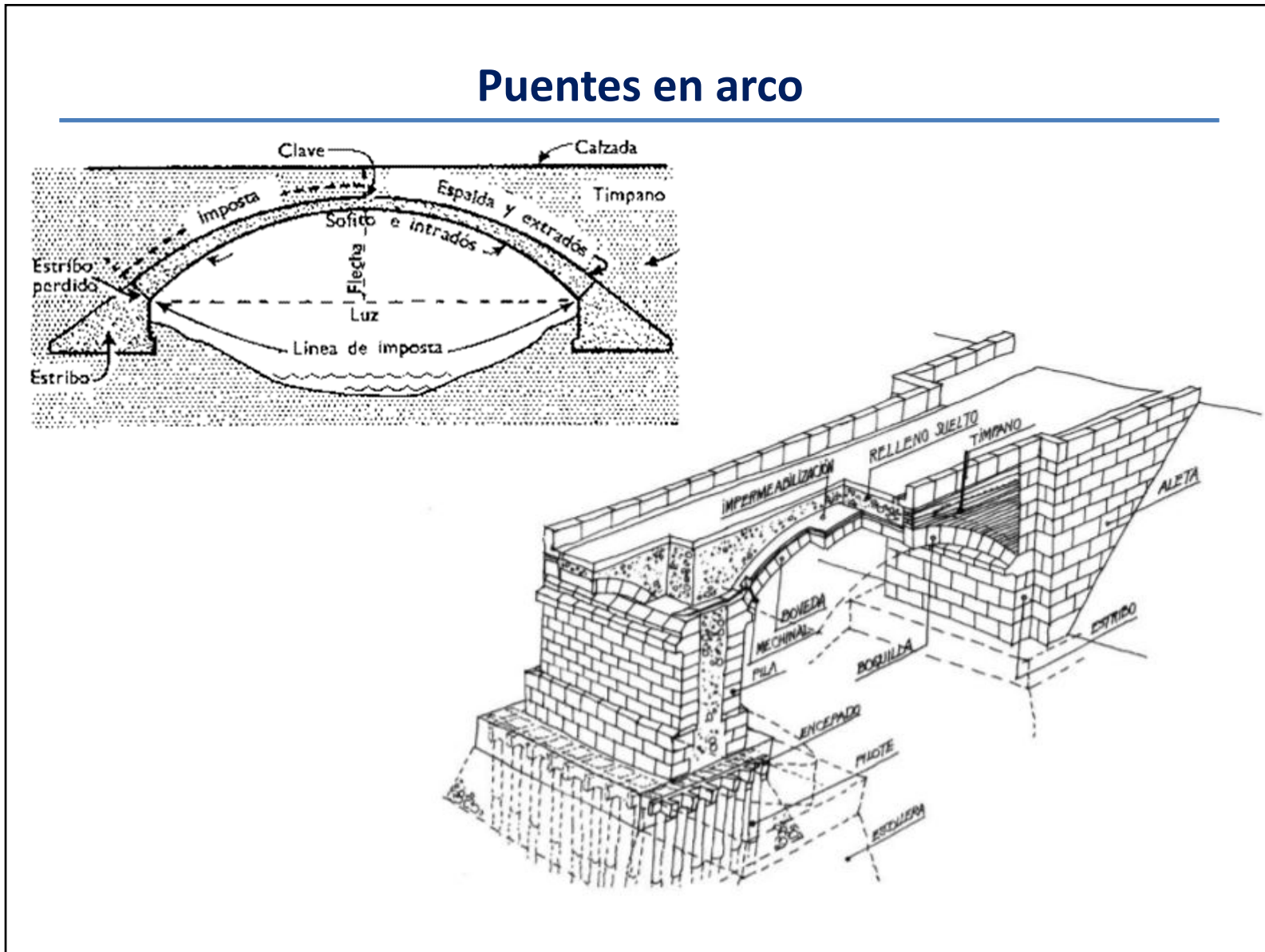
Puentes en arco

Gracias a su forma, los puentes en arco trabajan transfiriendo el peso propio del puente y las sobrecargas de uso hacia los apoyos mediante compresión, donde se transforman en un empuje horizontal y una carga vertical. Las tracciones y flexiones se reducen al mínimo, con lo cual se consigue que materiales que no soportan tracciones puedan ser utilizados.

La esbeltez del arco (relación entre la luz y la flecha) suele ser alta en puentes modernos, haciendo que los esfuerzos horizontales sean mucho mayores que los verticales.

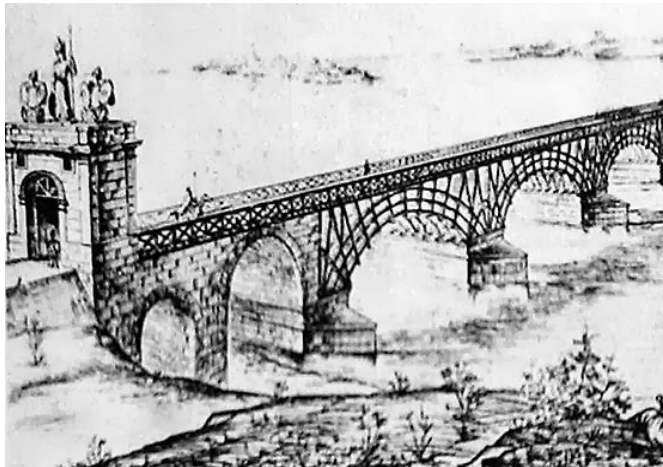


Puentes en arco



Puentes en arco

Se puede considerar que los puentes de arcos de dovelas de piedra fueron inventados por los griegos y desarrollados por los romanos. Los romanos usaron solamente puentes de arco de medio punto por su sencillez de diseño, replanteo y construcción. Además, implementaron el uso de un tipo de cemento.



Puente de Trajano sobre el río Danubio en Rumanía, construido en el año 103.



Puente de Mérida formado por 60 bóvedas de cañón y una longitud de 385 m.

Puentes en arco

En la Edad Media la mayoría de los puentes construidos fueron con forma de arco. Su característica era la bóveda apuntada de gran luz, con dos vertientes cuyo vértice estaba situado sobre el arco principal. La mayoría de los puentes medievales son de medio punto, con un número impar de arcos. Los arcos laterales más pequeños crecen hasta llegar al arco central, que es el más grande.



*Puente de la Reina en Navarra, España. Construido en el siglo XII d.C.
Forma parte del Camino de Santiago.*

Puentes en arco



La evolución y desarrollo de los puentes en Asia es comparable a la de los puentes en Occidente, siendo el arco también característico.

Puente en arco de Gongchen en Hangzhou, China. Fue construido en 1631.



Puentes en arco

Los puentes de arco de hormigón, son herederos directos de los puentes de piedra, con la ventaja de que con el nuevo material se pueden hacer monolíticos. También se han construido grandes puentes metálicos con su estructura en forma de arco.

Existen diversos tipos de puentes en arco:

- Con tablero inferior, medio o superior
- De arco empotrado



¿CÓMO SON LOS ESQUEMAS ESTRUCTURALES EN CADA CASO?



Viaducto de Garabit en Francia construido por Gustaff Eiffel en 1884. Presenta tablero superior.



Puente de acero y tablero superior e inferior de Luis I en Porto, Portugal diseñado por Theophile Seyrig.

Puentes en arco



Puente de acero y tablero intermedio de la bahía de Sydney, Australia. Inaugurado en 1932.



**¿CÓMO SE PROCEDÍÓ
PARA CONSTRUIRLO?**



Puente de hormigón de Bloukrans en Sudáfrica. Inaugurado en 1983.

Puentes en arco



Puente internacional Barón de Mauá sobre el río Yaguarón. Construido entre 1927 y 1930.

Puente de hormigón armado sobre Río Queguay.



**¿POR QUÉ ESTE
PUENTE INCLUYE
DIAGONALES?**



Puentes viga

La viga es una pieza lineal, apoyada en dos o más puntos, que soporta las cargas que actúan sobre ella gracias a su capacidad de resistir flexiones. En efecto, esta resistencia de las vigas viene determinada por el momento de inercia de sus secciones.

Cuando la distancia a salvar es grande, entonces se hace necesario crear puentes de varios vanos con apoyos intermedios repitiendo la estructura para cada uno de los vanos o mediante viga continua, pudiendo desarrollar secciones con inercia variable.



Puentes viga

Los primeros puentes viga se construyeron con madera. Con la introducción del acero y del hormigón, estos primeros puentes desaparecieron de manera que en la actualidad solamente se utilizan para pasarelas u obras singulares.



Puente de madera en Vietnam.



Pasarela peatonal en Navarra, España.

Puentes viga

La celosía, formada por entramados diagonales de elementos finos, se usaba para aligerar las vigas de tramos mayores y así reducir su costo en material. Este sistema se desarrolló fundamentalmente en el siglo XIX.



La configuración tipo **Pratt** se distingue por tener sus diagonales siempre bajando en dirección al centro del tramo, de forma que sólo están sujetas a esfuerzos de tracción.

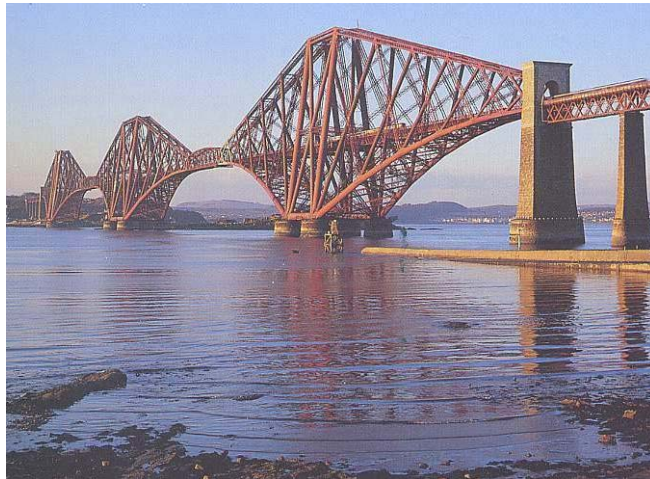


La configuración tipo **Warren** está formada por una serie de triángulos isósceles, de manera que todas las diagonales tienen normalmente la misma longitud. Las barras diagonales presentan alternativamente esfuerzos de compresión y de tracción.

Puentes viga

En 1866 el ingeniero alemán Heinrich Gerber patentó un sistema que llamó viga Gerber, conocido también como cantilever. Los puentes de este tipo son adecuados para tramos muy largos.

Constan esquemáticamente de dos voladizos simétricos que salen de dos pilas contiguas, uniéndose en el centro por unas vigas apoyadas y suelen anclarse en los estribos simétricamente opuestos respecto al centro.



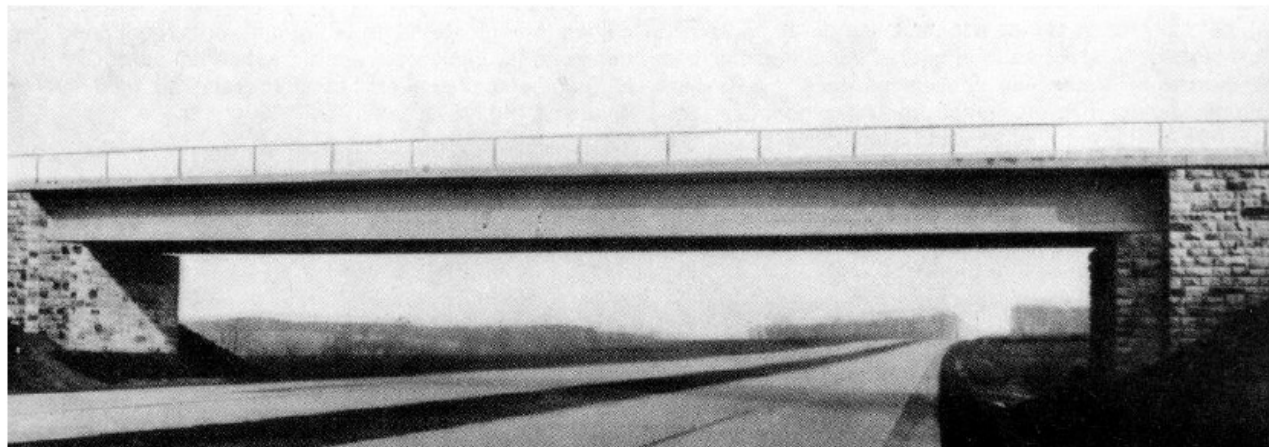
Puente Firth of Forth (1890), tiene dos vanos principales de 521 m de luz.



Puente sobre río Olimar en ruta 8.

Puentes viga

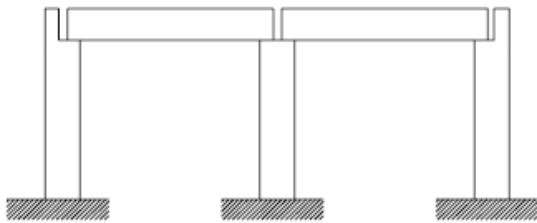
Más tarde, en 1920, se generalizaron los puentes de hormigón armado y posteriormente, hacia 1950, los pretensados. Actualmente, la mayoría de puentes que se construyen son de esta última tipología en los cuales el procedimiento constructivo los condiciona enormemente, tanto por espacio disponible, como por aspectos económicos y locales de cada puente.



Puente de hormigón pretensado en Oelde, Alemania. Foto de 1938.

Puentes viga

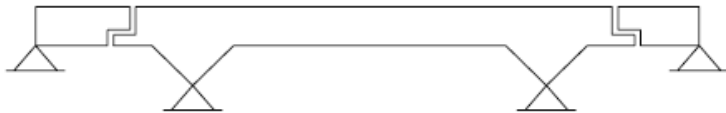
RESUMEN: Tipos de puentes viga



Puente con tramos simplemente apoyados. Su desventaja se encuentra en la mayor cantidad de juntas y dispositivos de apoyo. Esto conlleva mayor mantenimiento.

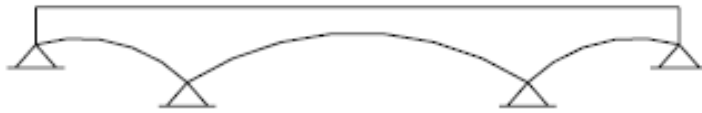


Puente isostático con voladizos (Gerber). En general, tiene las mismas ventajas y desventajas de las vigas simplemente apoyadas. En la actualidad, este tipo de puentes se ha dejado de diseñar.



Puentes viga

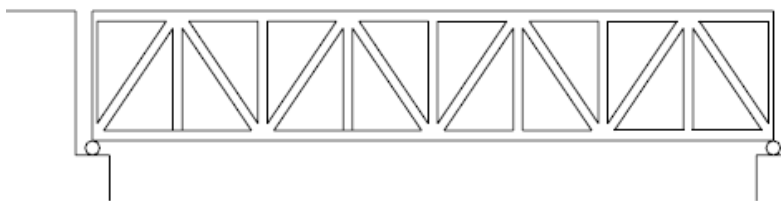
RESUMEN: Tipos de puentes viga



Puente de vigas continuas de inercia variable. Constituyen una solución muy eficiente desde el punto de vista estructural.



Puentes de vigas parcialmente continuas. Están formadas por vigas prefabricadas, que se colocan entre los apoyos y posteriormente se integran con una losa llenada en sitio.



Puente reticulado. La estructura principal está conformada por dos reticulados planos paralelos formados por el ensamblaje triangular de elementos rectos.

Puentes pórtico

El puente pórtico es una estructura intermedia entre el arco y la viga por lo que presenta características propias de ambos.

Los primeros que se utilizaron fueron de madera. Los pórticos metálicos aparecieron a inicios del siglo XX y la introducción del hormigón en este tipo de puentes fue paralela a la de los metálicos.



Puente de São João sobre el río Duero en Porto, Portugal. Construido en 1991.



Puente de Santiago sobre el río Ebro en Zaragoza, España. Construido en 1967.

Puentes pórtico



Puente pórtico de hormigón pretensado en el tramo ferroviario Maintalbrücke - Gemünden en Gemünden am Main, Alemania. Construido en 1982.

Paso inferior durante su construcción en Granada, Andalucía.



Puentes móviles

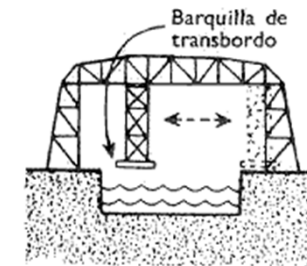
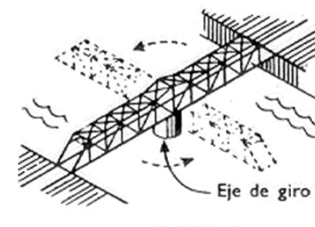
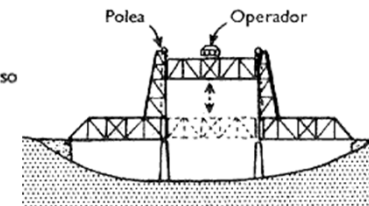
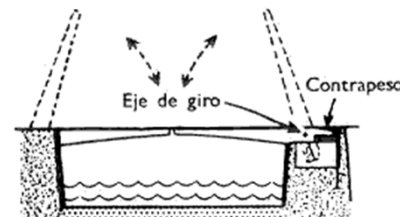
Los puentes móviles son aquellos en que el tablero o parte de él es móvil con tal de permitir el paso alternativo a dos tipos de tráfico diferente, generalmente el terrestre y el marítimo.

Los primeros puentes móviles aparecen en los castillos de la Edad Media con una función defensiva.



Existen diversos tipos:

- Basculantes
- De desplazamiento vertical
- De desplazamiento horizontal
- Giratorios
- Transbordadores



Puentes móviles



Puente basculante de la torre de Londres sobre el río Tamesis, construido en 1894. Presenta una báscula de doble hoja y una luz de 79 m.



VER VIDEO



¿CÓMO SE SOSTIENE LA BÁSCULA CUANDO ESTÁ ABIERTO?

Puente basculante Magere Brug sobre el río Amstel en Amsterdam. Fue construido en 1934.



Puentes móviles

Puente móvil de desplazamiento vertical de Koningshaven en Rotterdam, Holanda. El tablero está simplemente apoyado en apoyos que se pueden mover verticalmente para elevarlos a la cota que requiere el gálibo de navegación.



VER VIDEO

Puente móvil de desplazamiento vertical de Arthur Kill en Nueva York. Presenta 170 m de luz y un gálibo de navegación de 41 m con el puente levantado. Finalizado en 1959.

Puentes móviles

Puente móvil de desplazamiento horizontal de Ultunabron en Uppsala al sur de Suecia. El puente se desplaza longitudinalmente sobre rodillos avanzando en voladizo libre hasta llegar a la otra orilla.



Puente móvil de desplazamiento horizontal en Canal Hood en Estados Unidos.

Puentes móviles



Puente giratorio en la ciudad de Carmelo sobre el Arroyo de las Vacas. El puente gira mediante un sistema de engranajes movidos a mano desde el centro de su estructura, a través de una manivela que operan dos funcionarios.



VER VIDEO 1

VER VIDEO 2

Puente giratorio de Lutzana en Bilbao, España.



Puentes móviles



Puente transbordador de Rendsburg en el canal de Kiel, Alemania. Consiste en una viga fija situada a la altura requerida por el gálibo, de la que se cuelga una plataforma móvil mediante cables.



VER VIDEO

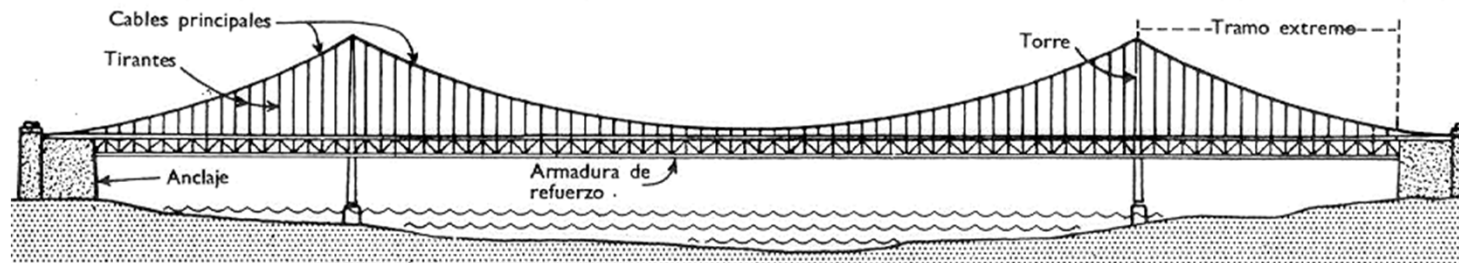
Puente transbordador de Martrou en Rochefort construido en 1900.



Puentes colgantes

Su estructura está formada por los cables principales que se fijan en los extremos del vano a salvar y tienen la flecha necesaria para soportar a través de un mecanismo de tracción pura las cargas que actúan sobre él. Las cargas se transmiten del tablero a los cables principales a través de péndolas o tirantes, que trabajan a tracción.

Para evitar su gran deformabilidad se da rigidez a flexión al tablero de manera que las cargas se reparten en una longitud grande del cable.



**¿CÓMO SERÍA UN ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL
TABLERO DE UN PUENTE COLGANTE?**

¿CÓMO TRABAJAN LOS ANCLAJES EXTREMOS?

Puentes colgantes



Pasarela de Marc Seguin enlaza Tournon-sur-Rhone con Tain l'Hermitage. Fue construida en 1849 a pocos metros del primer puente colgante (hoy inexistente), y todavía está en servicio.

Puente de Brooklyn que une Manhattan con Brooklyn, fue construido en 1883. La longitud total es de 1865 m y el tramo central tiene una luz de 486 m.



Puentes colgantes

Puente de Golden Gate en la bahía de San Francisco. Construido entre 1933 a 1937. El tramo central tiene una luz de 1280 m. Los cables fueron realizados de acero en lugar de cadenas.



El primer gran puente colgante proyectado y calculado específicamente para absorber las cargas dinámicas del viento, además de las cargas estáticas corrientes fue el puente Mackinac, entre los lagos Michigan y Hurón, terminado en 1957.



VER VIDEO

Puentes atirantados

Los puentes atirantados son los últimos que han aparecido en la historia como sistema de uso generalizado. Su desarrollo se inició a mediados del siglo XX. El esquema resistente básico del puente atirantado está constituido por tres elementos: los tirantes, el tablero y las torres.

Puede existir un único plano de atirantamiento o doble, lo cual define la geometría de la torre a emplear. El atirantado puede ser en forma de "abanico" o en forma de "arpa".



Puente atirantado Bartolomé Mitre en Zarate, Argentina. Inaugurado en 1977.



¿CÓMO SERÍAN LOS ESQUEMAS ESTRUCTURALES DE LAS PARTES DE ESTE PUENTE ATIRANTADO?

Puentes atirantados



Ponte Batman, en Tasmania. Consta de un tablero conformado por vigas reticuladas. Tiene una sola torre y dos planos de atirantamiento.



¿Y EN ESTOS?

Ponte atirantado de Raippaluoto, en Finlandia. Presenta una longitud de 1045 m y dos torres de 82.5 m de altura. Fue inaugurado en 1997.



Puentes atirantados



Puente de Sutong sobre el río Yangtze, en China. La longitud total del puente es de 8206 m, con un vano principal de 1088 m, siendo el puente atirantado de vano más largo del mundo. La torres tienen una altura de 306 m. Se abrió al tráfico en 2008.



¿Y EN ESTOS?

Viaducto de Millau en el valle del río Tam, en Francia. Presenta una longitud de 2460 m y un único plano de atirantamiento con siete torres que miden entre 77 m y 246 m de altura. Fue inaugurado en 2004.



Bibliografía

- Abrir caminos... Tendiendo puentes. Ángel González.
- Puentes. Martha Torres Arcila.
- Tierra sobre el agua. Visión histórica universal de los puentes. Leonardo Fernández Trojano.
- Caminos en el aire. Los Puentes. Juan J. Arenas de Pablo.
- Guía para el diseño de puentes con vigas y losas. Ernesto Seminario Manrique.
- Material de la materia Puentes de la Escuela Politécnica Superior de Ávila.