



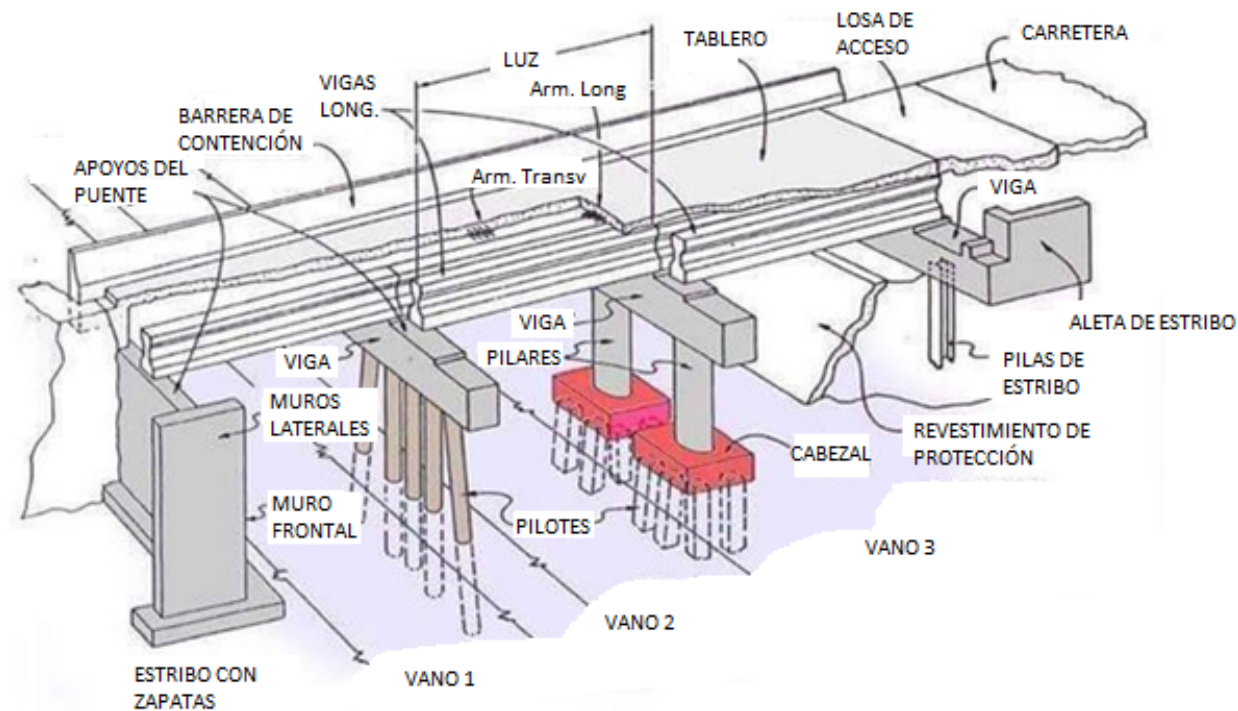
## **PUENTES CARRETEROS - GENERALIDADES**

**Universidad de la República – Curso: 2023**

## Puentes carreteros

La Dirección Nacional de Vialidad (DNV) indica que los puentes carreteros son todas aquellas estructuras que tengan distancias libres entre apoyos mayores a 3 m y cuya parte superior forme parte de la capa de rodadura.

En 2011, los puentes representaban en nuestro país del orden del 12% del patrimonio vial y 1% de la longitud de la red vial nacional.



## Puentes carreteros

---

Los puentes generalmente son obras complejas, que requieren para su proyecto definitivo estudiar los siguientes aspectos:

- Localización de la estructura.
- Longitud de la obra de paso.
- Luz y tipo de puente que resulte más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta los condicionantes de proyecto y estudios previos.
- Forma geométrica y dimensiones, analizando sus accesos, superestructura, subestructura, cauce de la corriente y cimentaciones.
- Obras de arte y complementarias.



*Puente sobre el arroyo Pando en ruta 11*

## Localización

Para la buena localización de un puente deben estudiarse varias alternativas, según los criterios de estudio de tráfico, alineamiento de la vía, alineamiento de la rasante, tipo de terreno, facilidades de construcción, conservación y la estética de la obra.

Generalmente, la ubicación de un viaducto o puente en zonas urbanas es forzada y obedece al comportamiento del tránsito. En cambio, la localización en zonas rurales está determinada por el tipo de terreno y el comportamiento del cauce (hidrología, hidráulica y morfología).



*Viaducto en Bogotá, Colombia.*



*Puente en ruta 6 sobre arroyo Mansavillagra en Florida.*

## Localización

El comportamiento del cauce es fundamental dado que los colapsos más comunes de puentes son causados por **avenidas**.



*Puente sobre río Cosquín en Córdoba, Argentina.*



*Derrumbe de puente en autopista A7 en España.*



*Puentes inundados en India.*

## Localización



Criterios hidráulicos para ubicar el puente:

- Garantizar estabilidad fluvial. En lugares inestables realizar obras de encauzamiento para estabilizar el cauce.
- Conocer si en el futuro se proyectan obras o actuaciones que puedan modificar la estabilidad.
- En un delta o una llanura situar el puente en el origen del abanico (aguas arriba).
- Cauce estrecho → ubicación del puente más económica.

Cauces múltiples → mayor longitud y menos estabilidad.

Cauce rectilíneo preferibles a las curvas por erosión lateral y la erosión del fondo.

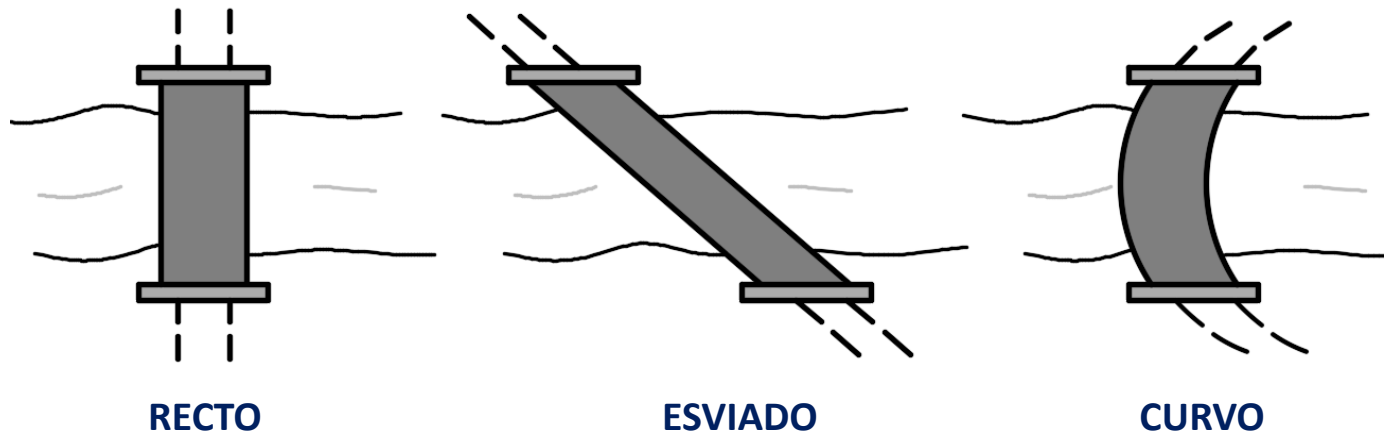
## Localización

*Obras de encauzamiento de ríos en España.*



## Localización

Tras la ubicación del puente, la siguiente cuestión geométrica con implicación hidráulica es la alineación de la vía con respecto al río. En primer lugar no hay razón para exigir que el cruce sea perpendicular al río en lugar de oblicuo, siempre que esta última alineación esté fundamentada por el trazado de la vía.



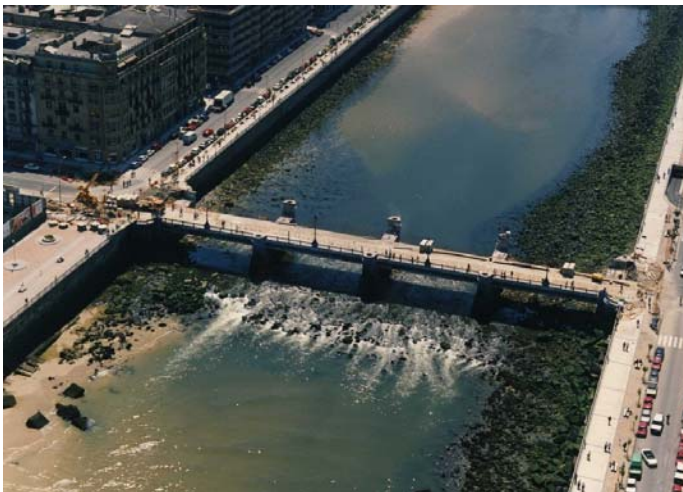
**¿QUÉ DIFERENCIAS PRESENTAN EN CUANTO A COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL Y ARMADO?**



## Localización

---

*Puente recto de la Unión en Zaragoza, España.*



*Puente recto de Zurriola en San Sebastián, España.*

## Localización

---



*Puente en esviaje en Extremadura, España.*



## Localización

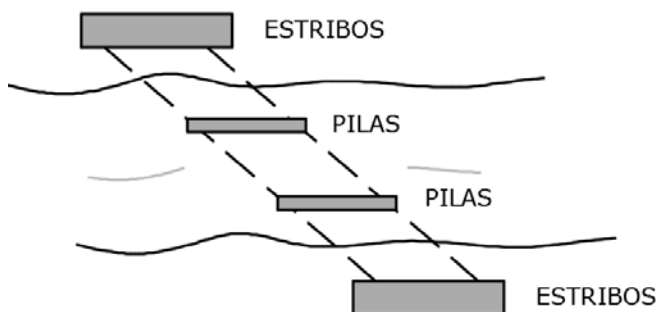
*Puentes y viaductos curvos*



**BUSCAR EJEMPLOS DE  
PUENTES EN URUGUAY  
DONDE SE DEN ESTAS  
SITUACIONES**

## Localización

Las pilas, cimentaciones y estribos del puente deben estar correctamente alineados con la corriente, de ningún modo según la alineación propia del puente, por más que esto signifique una dificultad estructural o constructiva.



*Puente sobre arroyo Las Vacas en nuevo bypass de Carmelo*

## Longitud

El puente puede considerarse formado por dos unidades de obra diferentes:

- Estructura: Unidad más cara.
- Terraplenes de acceso: Unidad económica, pero resta ancho a la sección del río.

→ **Solución económica y segura:** Buena combinación de las dos unidades.



## Longitud

---

Los inconvenientes de restar ancho al vano son:

- Sobreelevación del nivel del agua antes del puente (remanso).
- Erosión del lecho en la zona del puente debido a que el caudal de agua que pasa se mantiene, pero con una velocidad media mayor.

En definitiva:

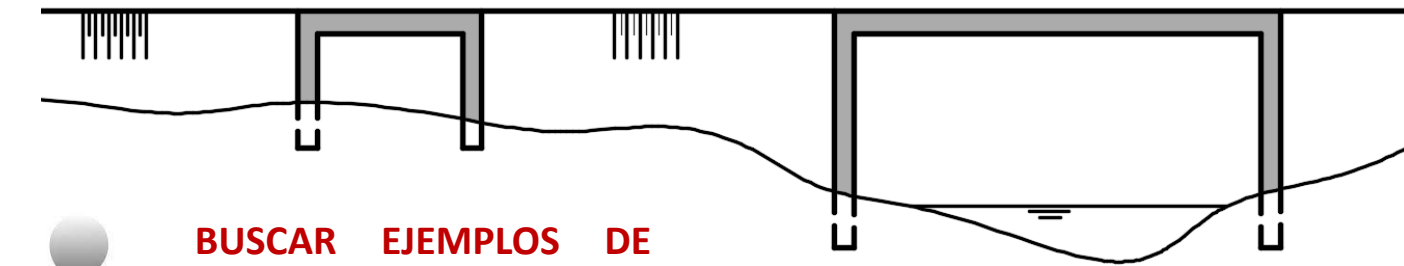
- $\uparrow$  longitud de terraplén y  $\downarrow$  longitud de la estructura  $\rightarrow$  La obra del puente será más barata, pero más caros los efectos (costo del remanso creado por el puente y costo de las obras para cimentarlo a mayor profundidad y de protección de la erosión del terraplén).
- $\downarrow$  longitud de terraplén y  $\uparrow$  longitud de la estructura  $\rightarrow$  La obra del puente es más cara pero sus efectos son menos costosos.

## Longitud

En ríos con cauce principal y llanuras de inundación bien diferenciadas, el puente sería extremadamente antieconómico si se salvara todo el ancho de la llanura mediante una estructura. La ocupación de parte de la llanura con el terraplén es así inevitable.

En el caso en que el cauce principal representara casi toda la capacidad de desagüe, la llanura sirve más bien como un almacenamiento temporal de agua y la discusión sobre el ancho puede aplicarse a la luz sobre el cauce principal.

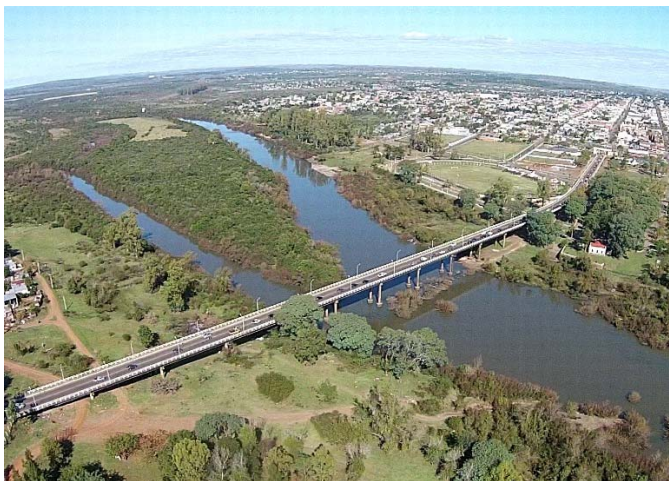
En el caso en que las llanuras de inundación contribuyeran sensiblemente a la capacidad, se puede realizar un vano secundario en la llanura (vano de alivio o sangrador) que colabore al desagüe en caso de avenida del río.



**BUSCAR EJEMPLOS DE  
PUENTES EN URUGUAY  
DONDE SE DÉ ESTA  
SITUACIÓN**

## Longitud

Salvo especificación particular en contrario, el puente y sus accesos serán **insumergibles**.



*Puente internacional de la Concordia sobre río Cuareim, en Artigas.*

Resumiendo, el desagüe deberá ser el mínimo necesario para:

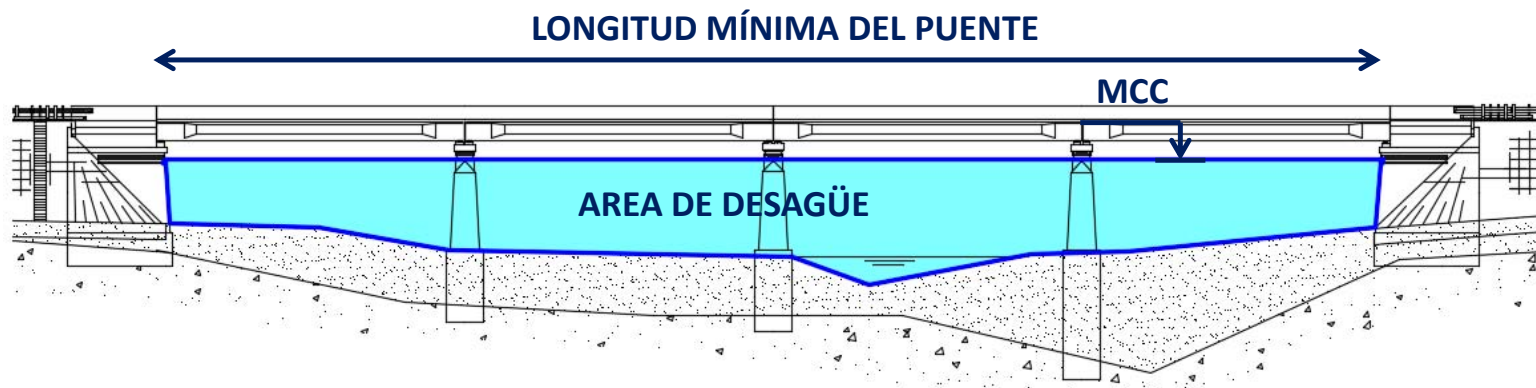
- Asegurar un comportamiento adecuado de la obra.
- No provocar remanso excesivo.
- No provocar erosiones no controlables por las obras de defensa programadas.
- No generar velocidades excesivas del agua.



## Luz y tipo de estructura

Con los estudios previos realizados se pueden conocer:

- la sección hidráulica necesaria (área de desagüe), la longitud y luz mínima del puente (en base a los criterios mencionados anteriormente).
- la velocidad de la corriente máxima en base al caudal máximo en el sitio del puente durante la vida útil de la estructura y la sección hidráulica.
- la máxima creciente conocida o calculada (MCC).
- el caudal mínimo en el sitio del puente durante su vida útil.
- las características del suelo y si es erosionable o no (estimando la socavación previsible).



## Luz y tipo de estructura

En base a esto, en los puentes:

Con la cota de pavimento terminado, la máxima creciente conocida (MCC) y la franquía (distancia entre la MCC y la cara inferior de la superestructura) se obtiene la **altura del paquete estructural**.



## Luz y tipo de estructura

En los viaductos:

Con la cota de pavimento superior terminado, el nivel de circulación inferior y el gálibo vertical exigido (distancia libre exigida para el paso de vehículos, ferrocarriles, etc.) se obtiene la **altura del paquete estructural**.



## Luz y tipo de estructura

Con la definición de la altura del paquete estructural, la longitud total del puente, la luz mínima establecida por los hidráulicos, la altura de las pilas y las dificultades de fundación, se obtiene la **luz del tramo**.

- Si la diferencia de niveles entre el pavimento y el suelo es **pequeña** y las cimentaciones **no requieren un trabajo importante**, se debe proceder a seleccionar **luces cortas**.
- Si la diferencia de niveles entre el pavimento y el suelo es **importante** y las cimentaciones **requieren un trabajo mayor**, se debe proceder a seleccionar **luces largas**.



## Luz y tipo de estructura

---

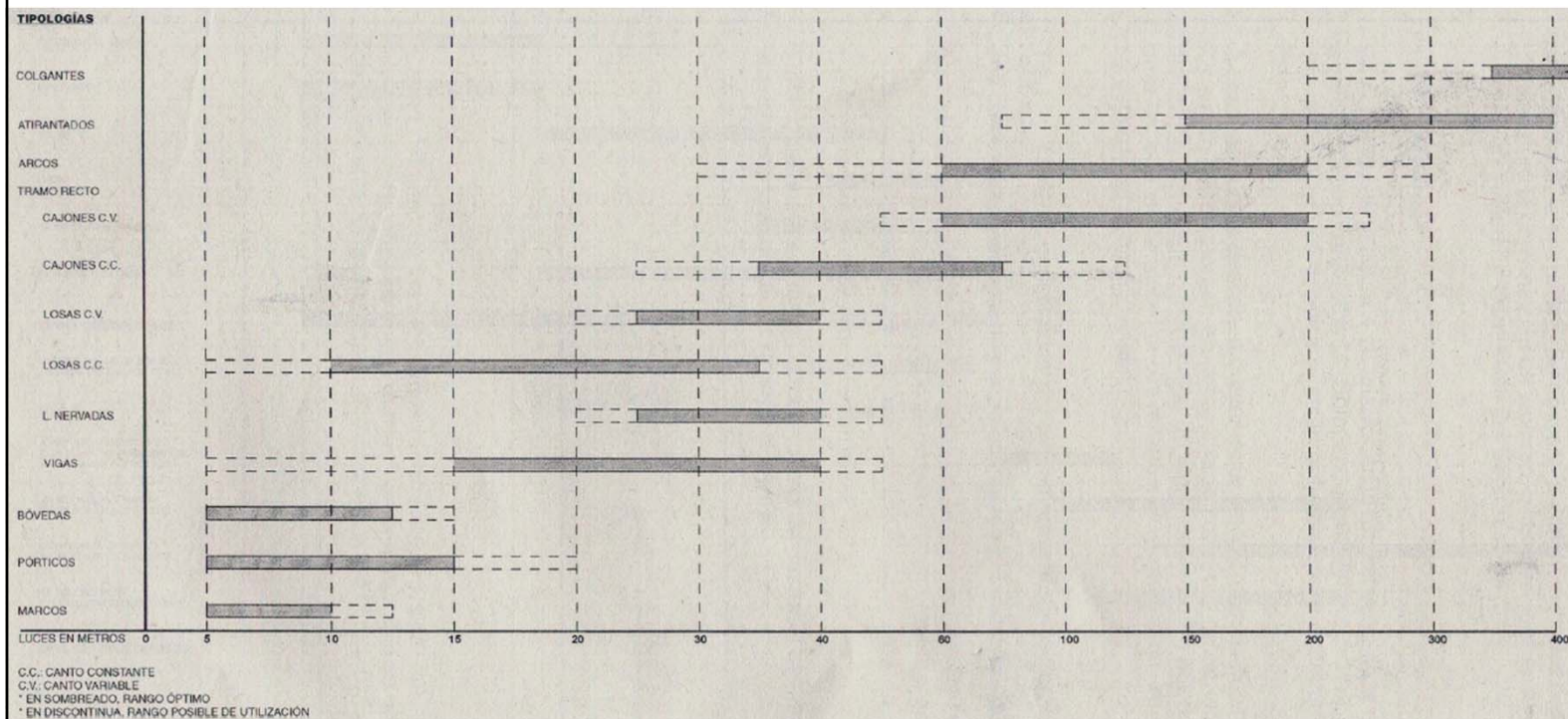
La luz a salvar puede ayudar en la selección del tipo de puente más adecuado a adoptar.

### Luces para diferentes tipos de superestructura

Tipo estructural	Material	Rango de luces (m)	Máximo tramo en servicio (m)
Losa	Hormigón	0 – 12	
Viga	Hormigón	12 – 300	301 – Stolmasundet en Noruega (1998)
	Acero	30 – 300	300 – Ponte Costa e Silva en Brasil (1974)
Reticulado	Acero	90 – 550	510 – Minato en Japón (1974)
Arco	Hormigón	90 – 420	420 – Wanxian en China (1997)
	Acero	240 – 550	550 – Lupu en China (2003)
Atirantado	Acero	90 – 1100	1088 – Sutong en China (2008)
Colgante	Acero	30 - 2000	1991 – Akashi – Kaikyo en Japón (1998)

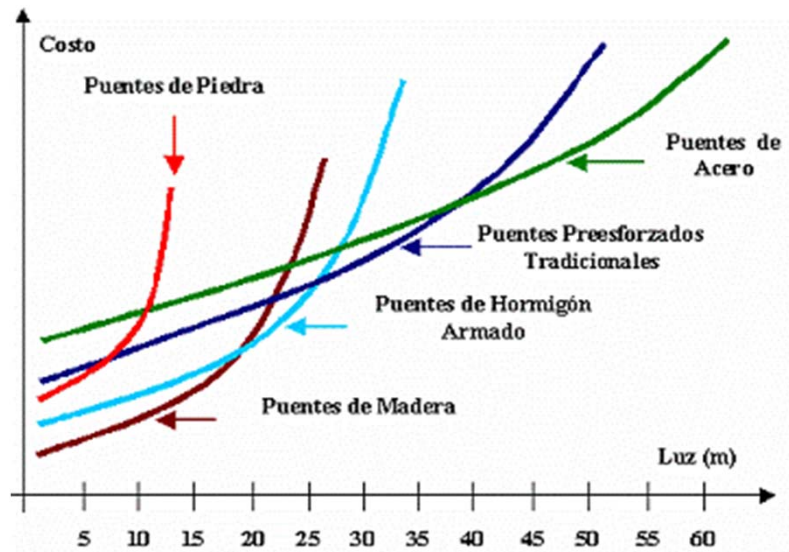
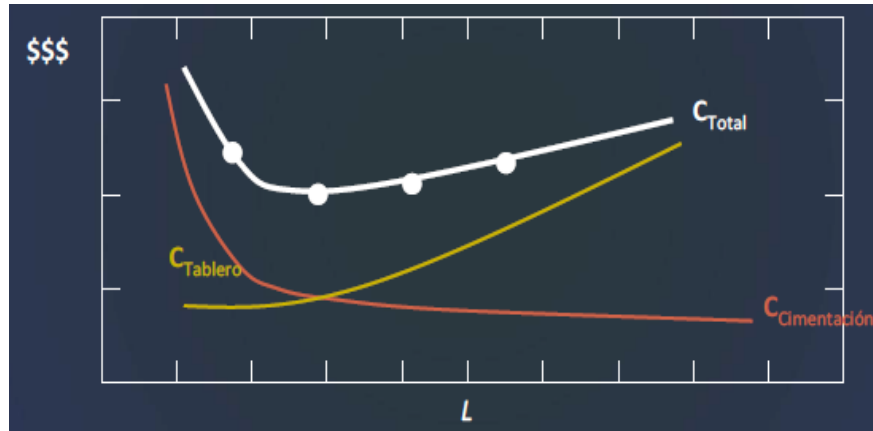
Fuente: “Design of Highway Bridges: an LRFD Approach”, R.M. Barker (2007)

## Luz y tipo de estructura



**Rango de utilización más frecuente de tipos de obras de paso**  
Fuente: "Obras de paso de nueva construcción – Conceptos generales".

## Luz y tipo de estructura



Evaluación de costo de la estructura de puentes en función de la luz del mayor tramo

## Forma geométrica y dimensiones

---

Una vez elegida la ubicación y tipo de puente, es necesario considerar para el diseño geométrico del puente en Uruguay, las condiciones exigidas en:

- Pliego General de Condiciones para la Construcción de Puentes y Carreteras.
- Especificaciones Técnico Complementarias y Modificativas del Pliego General de Condiciones de la Dirección Nacional de Vialidad de 2003.
- Pliego de condiciones particulares del proyecto a realizar.

En todo caso, la Dirección Nacional de Vialidad y los organismos correspondientes, tienen la potestad de aprobar casos excepcionales tanto por debajo del mínimo como exigir secciones de estructuras mayores que estos mínimos, en aquellos casos en que las características del trazado o del tránsito lo recomienden, así como el derecho de autorizar secciones especiales para puentes de longitud o de luces excepcionales.



## Forma geométrica y dimensiones

---

El diseño geométrico debe satisfacer:

- En los cruces sobre vías vehiculares y férreas deben preverse posibles futuros trabajos tales como ampliación de la vía.



## Forma geométrica y dimensiones

---

El diseño geométrico debe satisfacer:

- Los peraltes, pendientes y otros parámetros del diseño geométrico de los viales, deben respetarse.



## Forma geométrica y dimensiones

---

El diseño geométrico debe satisfacer:

- Gálibos y franquías, salvo indicación contraria:
  - Sobre corrientes de agua, relativamente limpias en toda época: mínimo 0.70 metros por encima del nivel de máxima creciente conocida. Se debe evaluar para el caso en que haya arrastre de cuerpos flotantes.
  - Sobre carreteras: mínimo 5.50 metros para vías principales rurales y urbanas por encima de la rasante de la carretera.
  - Sobre vías férreas: Ver gálibo de AFE. Se debe solicitar aprobación de AFE en caso de no cumplir con lo requerido.
  - Sobre ríos navegables: Establecido específicamente en el pliego o se debe hacer la consulta a la Dirección Nacional de Vialidad y/o Dirección Nacional de Hidrografía.

## Forma geométrica y dimensiones



## Forma geométrica y dimensiones

El diseño geométrico debe satisfacer:

- Sección transversal: en toda la longitud del puente se buscará mantener la sección transversal típica del tramo de la carretera en el cual se encuentra el puente. El ancho de la calzada y demás consideraciones será el establecido en las especificaciones particulares del contrato.

En toda la calzada y hasta 30 centímetros a cada lado de la misma se mantendrá una altura libre para el pasaje de vehículos no menor a 5.50 m. Sobre las veredas o cordones se dejará una altura libre no menor de 2.50 m de altura.



## Obras de arte y complementarias

---

Las obras de arte deben incorporarse al trazado de una manera fluida y natural, así como éste debe ser compatible con la geometría del accidente topográfico que obliga la construcción de la estructura.

Es importante el buen diseño de las obras complementarias tales como barandas, drenaje de la calzada y de los accesos, protección de las márgenes y el revestimiento de taludes, iluminación y rectificación del cauce.



**DISCUTIR EL ARTÍCULO  
“ARCHITECTURE IS A  
MISCONCEPTION”**

## Bibliografía

---

- Pliego General de Condiciones para la Construcción de Puentes y Carreteras.
- Especificaciones Técnico Complementarias y Modificativas del Pliego General de Condiciones de la Dirección Nacional de Vialidad.
- Obras de paso de nueva construcción – Conceptos generales. Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento de España.
- Guía para el diseño de puentes con vigas y losas. Ernesto Seminario Manrique. Universidad de Piura.
- Material de Fernando Sima de la materia Puentes de la Universidad de la República Oriental del Uruguay. Año 2014.
- Design of Highway Bridges: an LRFD Approach, R.M. Barker.
- Ingeniería de Puentes. Análisis estructural. Salvador Monleón Cremades.
- Evolución en el diseño de perfiles transversales de puentes en Uruguay realizado por Ing. Analía Alvarez, Ing. Gabriela Dupuy, Ing. Teresa Aisemberg e Ing. María José Vera.