



PUENTES CARRETEROS - SUPERESTRUCTURA

Universidad de la República – Curso: 2024

Definición



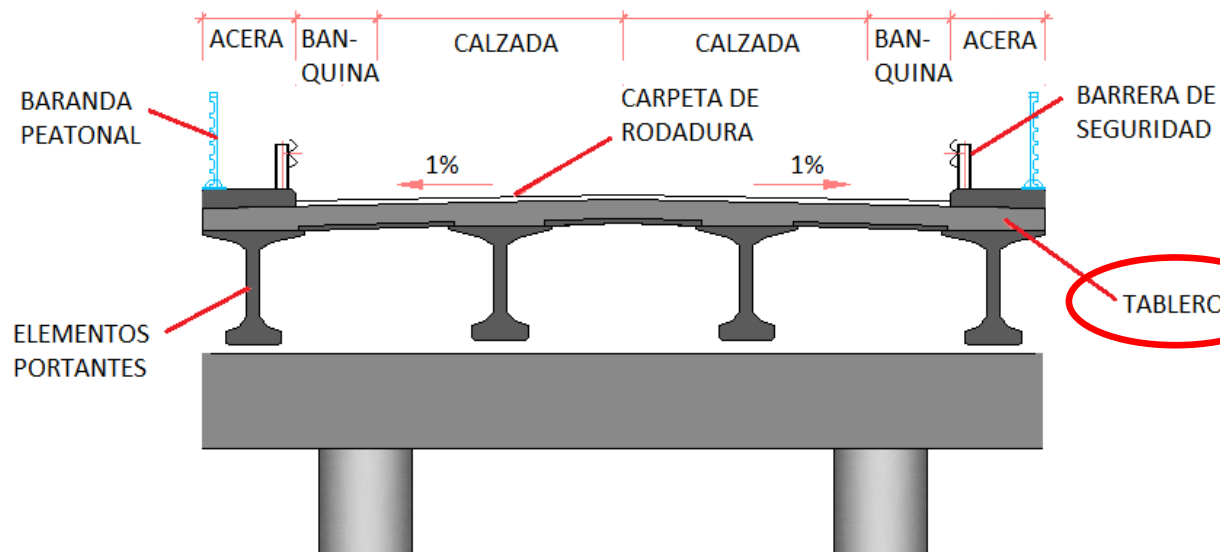
La superestructura de un puente es la parte de la estructura que recibe las cargas del tránsito de vehículos o personas y las transmite a la infraestructura.

Se puede construir en diferentes materiales ya sea hormigón armado, hormigón pretensado, de metal y hasta de madera. Esta elección es de acuerdo a muchos factores, siendo uno de los más importantes su **vida útil**, que está íntimamente ligada al tipo de uso del puente.



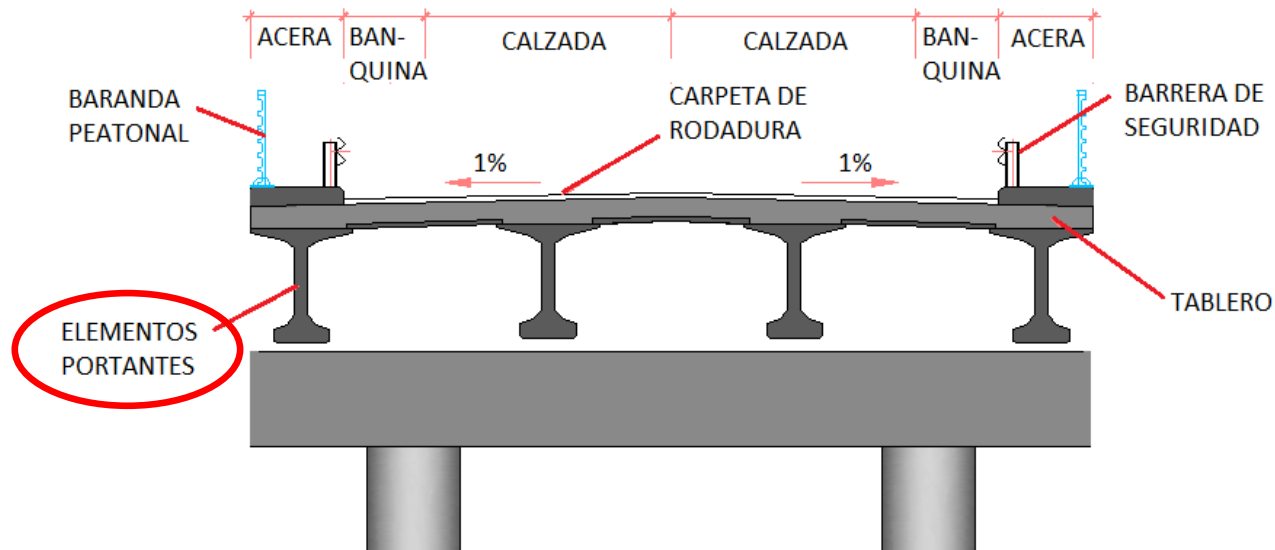
**¿CUÁL ES LA VIDA ÚTIL
PREVISTA PARA UN PUENTE
CARRETERO NUEVO?**

Elementos que componen la superestructura



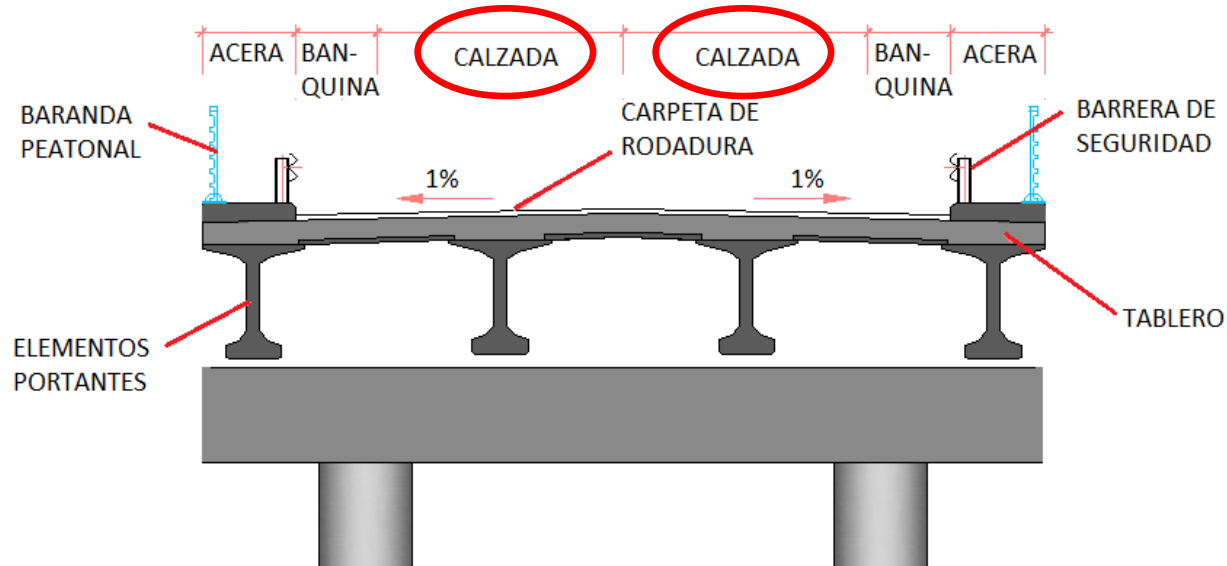
Tablero: es la parte del mismo que soporta directamente las cargas debidas al tránsito de vehículos o personas y las transmite directa o indirectamente a las pilas, estribos o muros.

Elementos que componen la superestructura



Elemento portante o principal: Es el componente estructural del tablero que lo soporta y se apoya en sus extremos en la infraestructura, transmitiéndole la carga. El mismo puede estar formado estructuralmente por una losa, por un conjunto de vigas o por la combinación de ambas. Además, puede estar soportado estructuralmente por otros elementos principales tales como: arcos, reticulados, pórticos y cables.

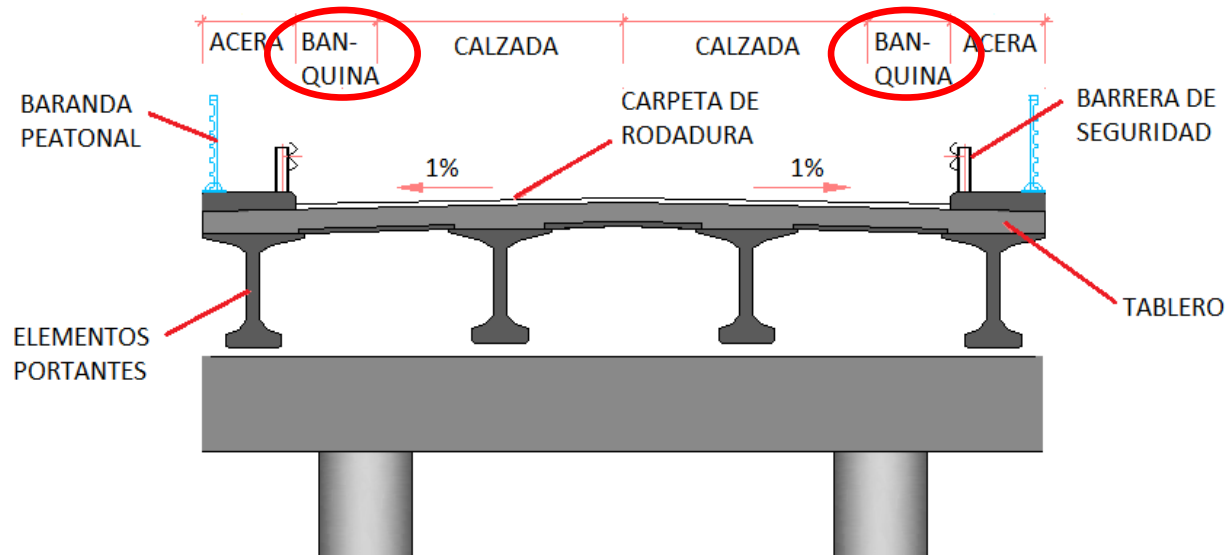
Elementos que componen la superestructura



Calzada: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos que se compone de un cierto número de carriles.

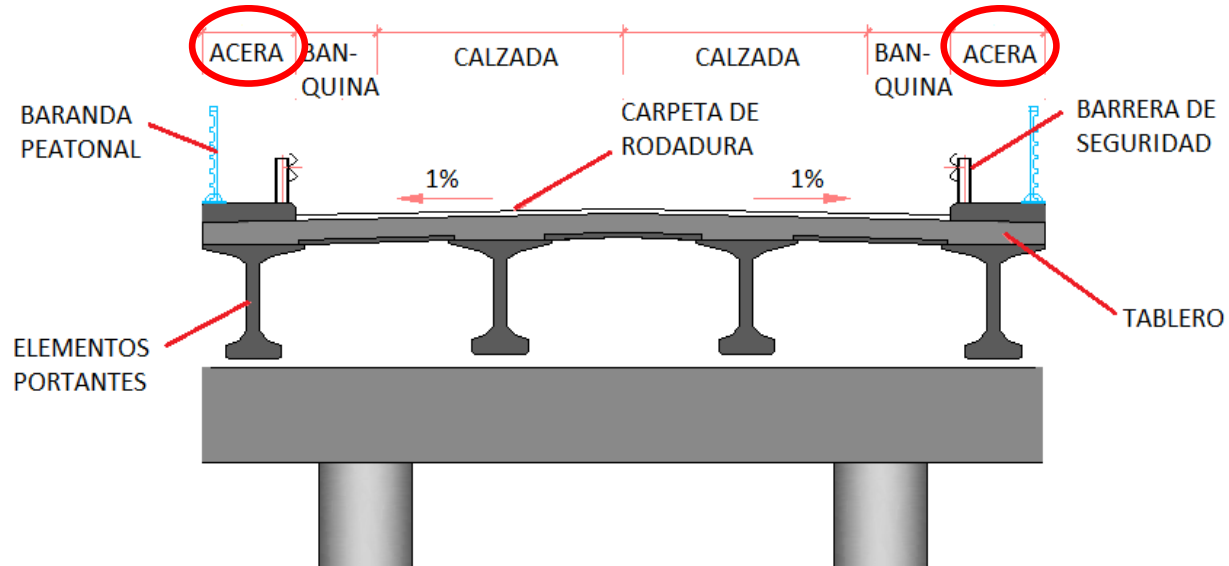
Carril: Franja longitudinal en que puede estar dividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, y con anchura suficiente para la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas.

Elementos que componen la superestructura



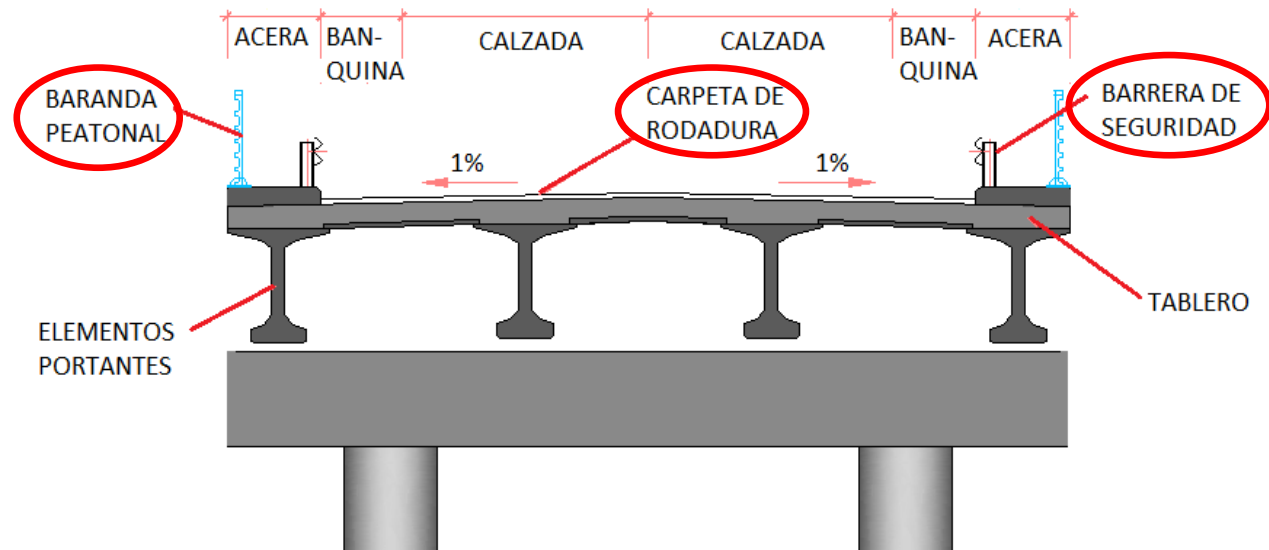
Banquina: Es una franja longitudinal pavimentada contigua a la calzada (no incluida en ésta), que no está destinada al uso de vehículos automóviles más que en circunstancias excepcionales.

Elementos que componen la superestructura



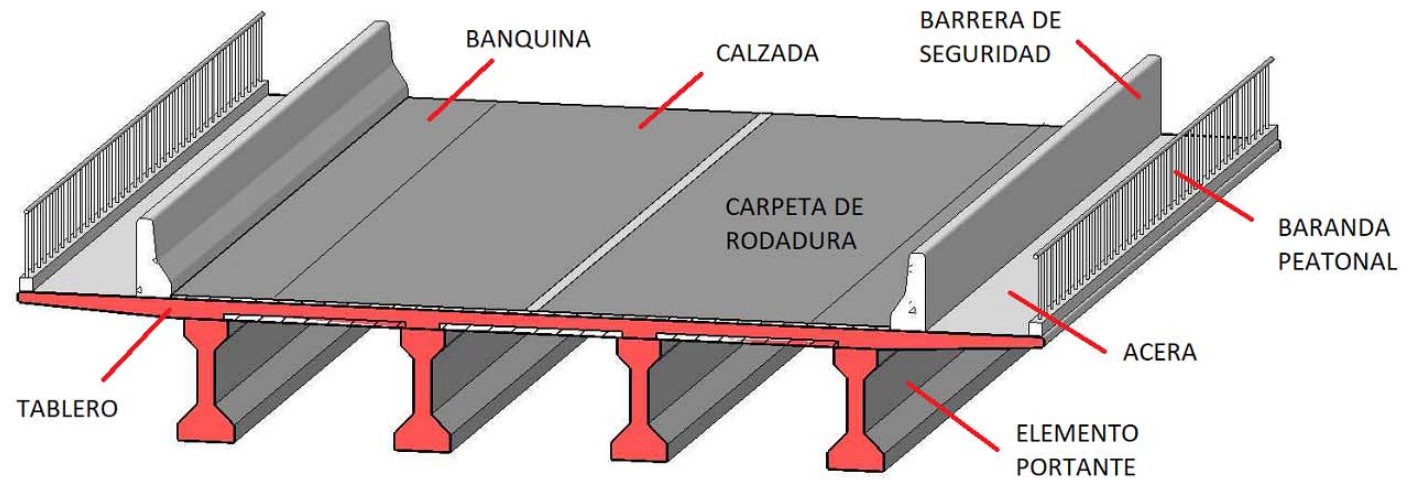
Acera: Franja longitudinal de la vía, elevada o no, destinada al tránsito peatonal o ciclista.

Elementos que componen la superestructura



Elementos funcionales: Son elementos que sirven para darle funcionalidad al puente y seguridad tanto a los vehículos como a los peatones.

Elementos que componen la superestructura



Elementos funcionales

Los elementos que podemos llamar secundarios a pesar de tener un costo mucho menor que el correspondiente a los elementos principales, tienen gran importancia desde el punto de vista funcional.



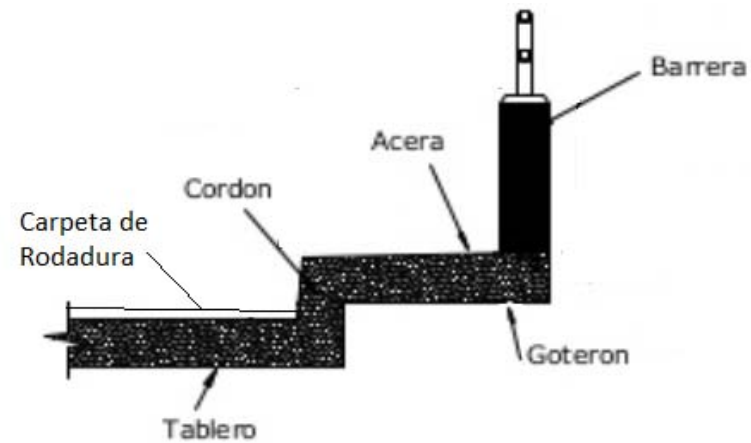
En definitiva, los equipamientos han de ser duraderos y deben garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios con costo de mantenimiento moderado de la obra.

Por ello, esta fase del proyecto no debe posponerse al final del mismo: los equipamientos deben de estar previstos y proyectados desde el comienzo.

Elementos funcionales

Se consideran:

- Carpeta de rodadura
- Aceras y cordones
- Barreras y barandas
- Drenaje
- Juntas



Elementos funcionales

Carpeta de rodadura

Es el elemento que da continuidad a la rasante de la vía de circulación. El tipo de pavimentación de la superficie superior (**hormigón o carpeta asfáltica**) se elegirá en función de la facilidad de obtención de materiales, la disponibilidad de equipos adecuados y la continuidad con el pavimento de la carretera. El espesor del pavimento será elegido en función al tráfico esperado en la vía.



Elementos funcionales

Carpeta de rodadura

Además se deberán prever las juntas de pavimento. En general, estas juntas del pavimento estarán ubicadas en las juntas de dilatación del puente.

En Uruguay, la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) exige que en las losas de tablero y las losas sobre estribo debe realizarse una capa de desgaste de **hormigón clase IV** (hormigón de 275 kg/cm^2 de resistencia mínima admisible a la compresión a 28 días, máxima relación agua/cemento de 0.55 y 325 kg/m^3 de cantidad mínima de cemento de hormigón) **o carpeta asfáltica con un espesor mínimo de 4 cm.**



Elementos funcionales

Aceras y cordones

El cordón es uno de los elementos que permite separar la acera de la calzada, evitando que los vehículos suban a las aceras que van destinadas al uso peatonal. El peatón debe circular con sensación de seguridad, por lo que en caso de existir un cordón, el mismo debe tener más de 23 cm de altura con respecto al borde de la calzada.

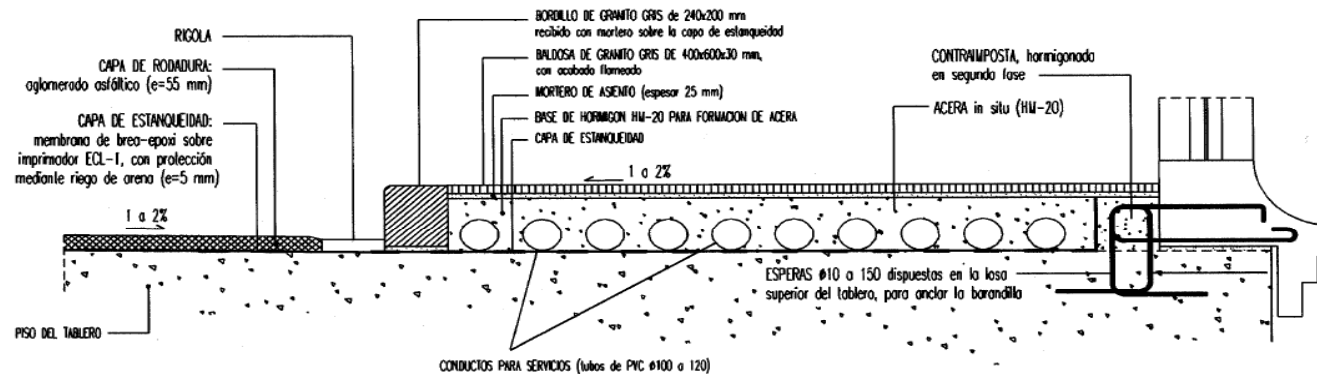


**¿TODOS LOS PUENTES
LLEVAN ACERAS? ¿POR QUÉ?**

Elementos funcionales

Aceras y cordones

A su vez, pueden disponerse conductos embebidos (en aceras macizas) o alojados dentro de la acera (aceras huecas), para el paso de servicios. Incluso puede ser necesario disimularlos dentro del tablero (si la acera está a la misma cota que la calzada).

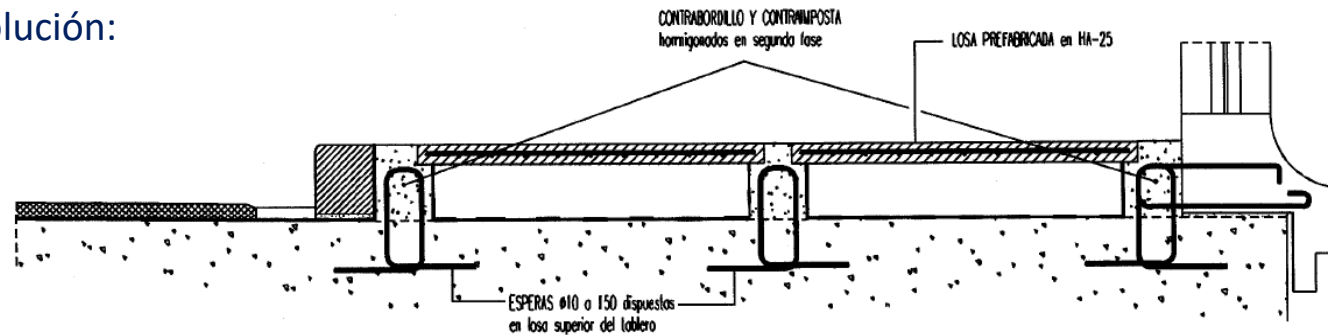


¿QUÉ DESVENTAJA HAY EN ESTA SOLUCIÓN DE UBICACIÓN DE DUCTOS?

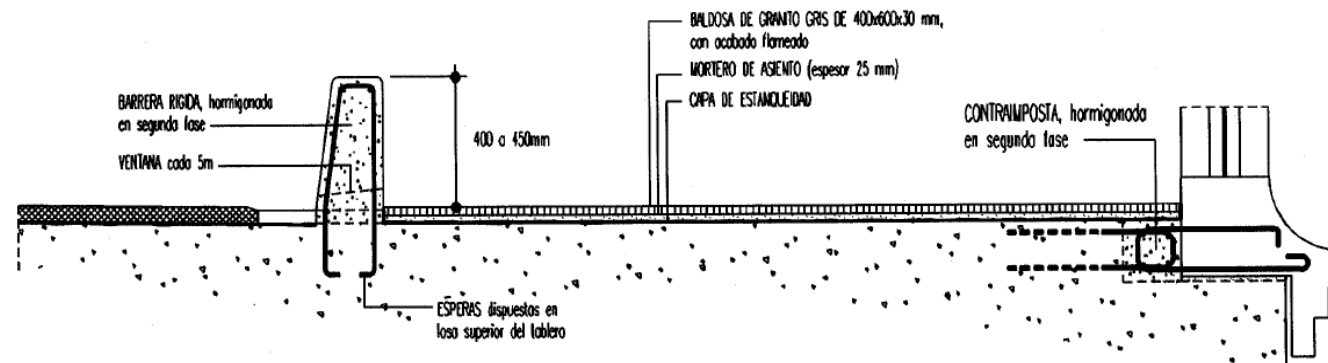
Elementos funcionales

Aceras y cordones

Solución:



En caso de no existir ese cordón, es decir, la acera está al mismo nivel que la calzada, se deberá disponer de una barrera de seguridad.



Elementos funcionales

Barreras y barandas

Las barreras son un elemento fundamental para la seguridad vial de los vehículos, peatones y ciclistas que circulan por las obras de paso.

Las barandas son análogas a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para los bordes de los tableros de las obras de paso, coronaciones de los muros de sostenimiento y obras similares.

Estos elementos probablemente son el elemento más visible de los tableros, por lo que resulta de extraordinaria importancia cuidar su diseño y acabados.



Elementos funcionales

Barreras y barandas



Elementos funcionales

Barreras y barandas



Elementos funcionales

Drenaje

El drenaje del tablero es aquel conjunto de elementos destinados a recoger y evacuar el agua de la plataforma, evitando la generación de charcos y el eventual aquaplaning.

El agua de la plataforma se elimina mediante la **adecuada pendiente** y el oportuno sistema de **sumideros** o **puntos de recogida**, salvo en puentes con emparrillados metálicos abiertos donde la eliminación es directa.



Sumidero o punto de recogida



Desagüe del tablero de un viaducto

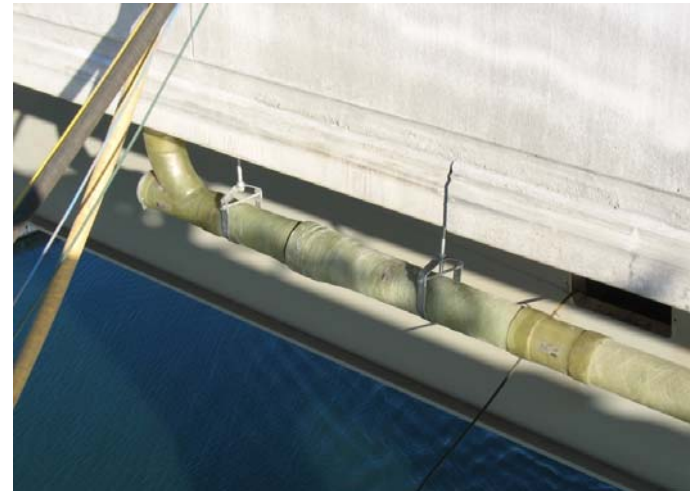
Elementos funcionales

Drenaje

Una vez que se condujo el agua a los sumideros, hay que evitar que entre en contacto con el hormigón o el acero de la superestructura o de la infraestructura. Los **puntos de vertido** pueden ser directos si ello no ocasiona ningún problema bajo el tablero (paso de peatones o vehículos). En caso contrario, el vertido debe realizarse mediante bajantes conectadas a una tubería de recogida alojada en el tablero y adecuadamente disimuladas (en pilas, estribos).



Desagüe directo sobre el curso de agua



Desagüe con tuberías de recogida

Elementos funcionales

Drenaje

Las conducciones de grandes dimensiones no pueden disponerse dentro de las aceras, por lo que irán por fuera de las mismas en su parte inferior.

En el caso de tableros con secciones transversales aligeradas, vigas artesas o cajones, hay que también prever la evacuación del agua que pudiera acumularse en su interior disponiendo los tubos de desagüe.

Lo mismo ocurre en los ductos para servicios. En dicho caso, debe disponerse de un adecuado desagüe, que puede ser a una distancia mayor que el desagüe del tablero.



Elementos funcionales

Drenaje

Hay que tener siempre presente que la eliminación adecuada del agua es fundamental, ya que es la que propicia la gran mayoría de los fenómenos físico-químicos de degradación de las estructuras.

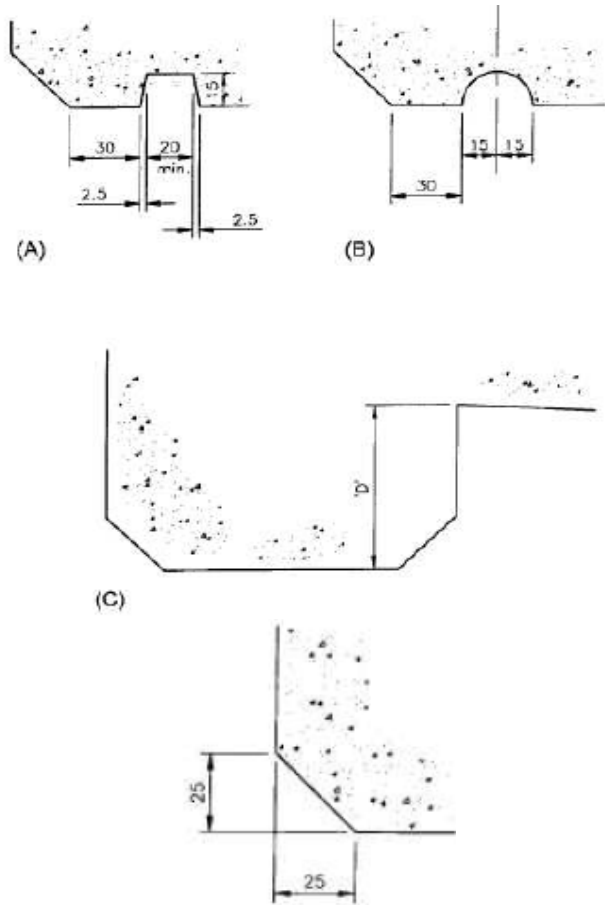
Según la DNV, la **pendiente transversal superior mínima** del tablero desde el centro hacia cada extremo de la calzada será **del 1%**. Asimismo, los drenes irán colocados sobre la calzada y al pie de la barrera New Jersey. Serán de 10 cm de diámetro o cuadrados de 10 cm de lado, sobresaldrán 15 cm de la cara inferior de la losa y su **separación no será superior a 3.00 m**.



Puente sobre el arroyo Solís Grande

Elementos funcionales

Drenaje



También hay que evitar la presencia de cantos vivos y realizar goterones. De acuerdo a los pliegos de la DNV, se indica que los puentes llevarán un goterón a cada lado, ubicado en la parte del volado y a una distancia no mayor de 5 cm de su extremo.

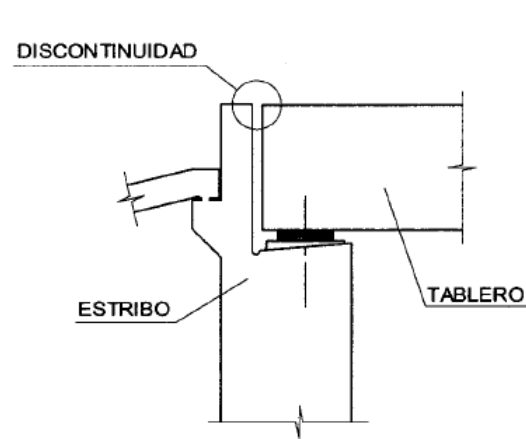


**¿QUÉ FUNCIÓN
CUMPLE EL GOTERÓN?**

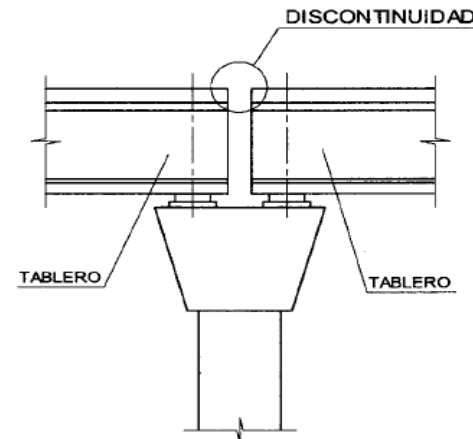
Elementos funcionales

Juntas

Las juntas de calzada son los elementos que salvan las discontinuidades que existen entre el tablero y los estribos, y entre los distintos tableros de la estructura si se disponen juntas intermedias.



Junta transversal en estribos



Junta transversal en pórticos intermedios



**¿EN TODA OBRA DE PASO DEBEN
REALIZARSE DISCONTINUIDADES
COMO LAS MENCIONADAS?**

Elementos funcionales

Juntas

Requisitos que deben cumplir las juntas:

- Absorber la totalidad de los movimientos relativos que se producen entre las partes adyacentes, generados por la reología de los materiales, las diferencias de temperatura, entre otros.
- Tener la capacidad estructural suficiente para resistir las acciones que las solicitan.
- Integrarse en el sistema general de impermeabilización y drenaje del tablero, adaptarse a la geometría de la estructura, y ser estancas o de lo contrario, disponer de los adecuados sistemas para la recogida y evacuación del agua.
- Mantener la calidad de la rodadura respecto a la plataforma en general.
- No producir ruidos significativos o amplificar los que produce el tráfico.
- Estar adecuadamente fijadas a las partes de la estructura que puentean.
- Su durabilidad y mantenimiento deben ser acordes al tipo de vía.

Elementos funcionales

Juntas

Los fallos característicos de las juntas son:

- Rotura en la transición pavimento - junta, causada por un dimensionamiento incorrecto, por el empleo de materiales inadecuados, dificultosa preparación de la superficie o por el fallo de la impermeabilización.
- Instalación incorrecta o apresurada, por tratarse de una unidad de fin de obra.
- Insuficiente comunicación proyectista - industrial, para escoger desde la fase de proyecto la solución adecuada al problema entre las técnicamente viables.



Elementos funcionales

Juntas

De acuerdo a las reglas básicas para el diseño de F. Leonhardt:

- Evitar las juntas de dilatación, haciendo la superestructura continua.
- Las juntas necesarias, hacerlas tan resistentes como sea posible. No debe ahorrarse en este capítulo; ello reducirá los costos de mantenimiento.
- Hacer hipótesis sencillas al evaluar el movimiento de las estructuras para el dimensionamiento de las juntas, pero considerando las dilataciones térmicas y reológicas, sin olvidar las rotaciones, de origen principalmente gravitatorio.

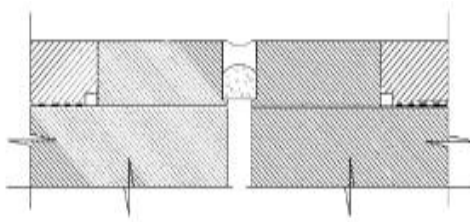


Elementos funcionales

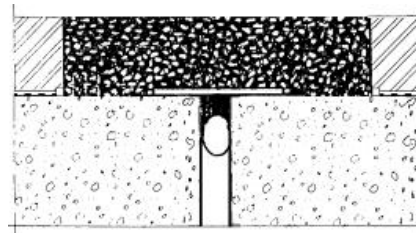
Juntas



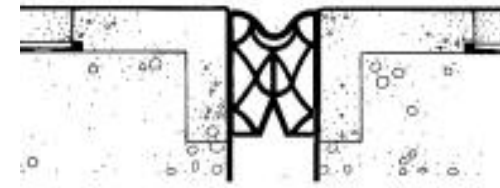
**SELLADA CON MATERIAL
ELÁSTICO**



DE BETÚN MODIFICADO



**DE PERFIL DE CAUCHO
COMPRIMIDO**

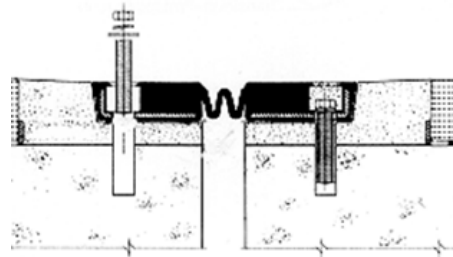
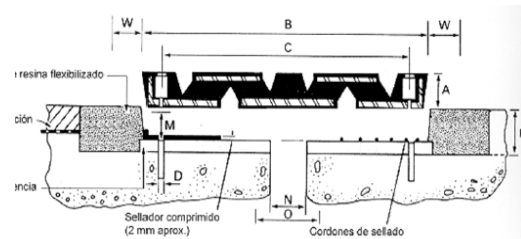


Elementos funcionales

Juntas



DE PERFIL DE CAUCHO ARMADO



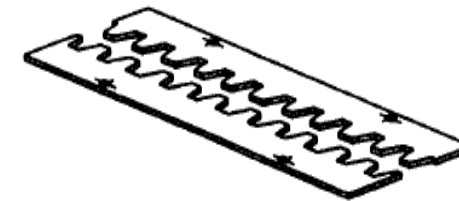
DE BANDA DE CAUCHO PLEGADA



TIPO PEINE



MODULARES



Elementos funcionales

Juntas

TIPO DE JUNTA	RANGO DE UTILIZACIÓN		
Junta de betún modificado	H: ± 25 mm	V: ± 3 mm	$\alpha \leq 45^\circ$
Perfil de caucho comprimido	H: ± 25 mm	V: ± 3 mm	$\alpha \leq 30^\circ$
Banda de caucho plegada	H: ± 35 mm	V: ± 3 mm	$\alpha \leq 30^\circ$
Perfil de caucho armado	H: ± 165 mm	V: ± 6 mm	$\alpha \leq 90^\circ$
Juntas modulares	H: ± 600 mm	Cualquier otro movimiento: ± 20 mm	



**INDICAR CUAL
APLICA SEGÚN
TIPOLOGÍA DE
PUENTE**

"H": desplazamiento horizontal; "V" el vertical; " α " el ángulo que forma el eje de la discontinuidad a salvar, con la ortogonal a la tangente del eje longitudinal del tablero en el punto de su intersección con el eje de dicha discontinuidad.

La **separación mínima entre juntas transversales consecutivas** exigida para puentes nuevos es de **45 m**.

Tanto la junta como el polímero deberán cumplir con las normas ASTM y NBR u otras equivalentes reconocidas internacionalmente.

En el cordón y vereda también se colocarán juntas del tipo de las usadas en la calzada u otras adecuadas y estancas, no requiriéndose bordes de protección.

Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Fuente: "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.

Perfil antiguo

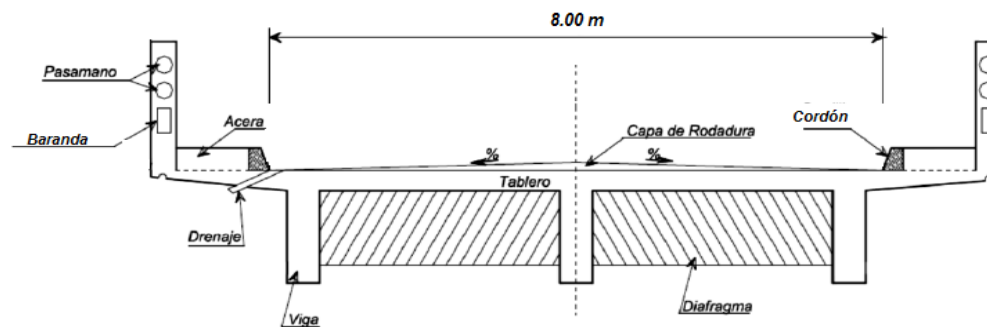
- Ancho de la calzada: variaba entre 3.60 m hasta 8.00 m.
- Elementos de contención lateral: cordones.
- Circulación peatonal: veredas.
- Protección peatonal: barandas.
- Accesos: parapetos frontales y postes de hormigón.



Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Perfil en base a las especificaciones del año 2001

- Calzada: 8.00 m de ancho (2 carriles de 3.60 m + sobreancho de 0.40 m).
- Veredas con ancho libre mínimo de 55 cm.
- Cordones: 26 cm de altura.



Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Situación actual

El ancho de calzada en toda la red vial uruguaya (en 2011):

- Mayor o igual a 7.20m: 57%
- Mayor o igual a 5.50m y menor que 7.20m: 36%
- Menor a 5.50m: 7%

En la definición de los nuevos perfiles se optó por 3 tipos de perfiles de acuerdo a:

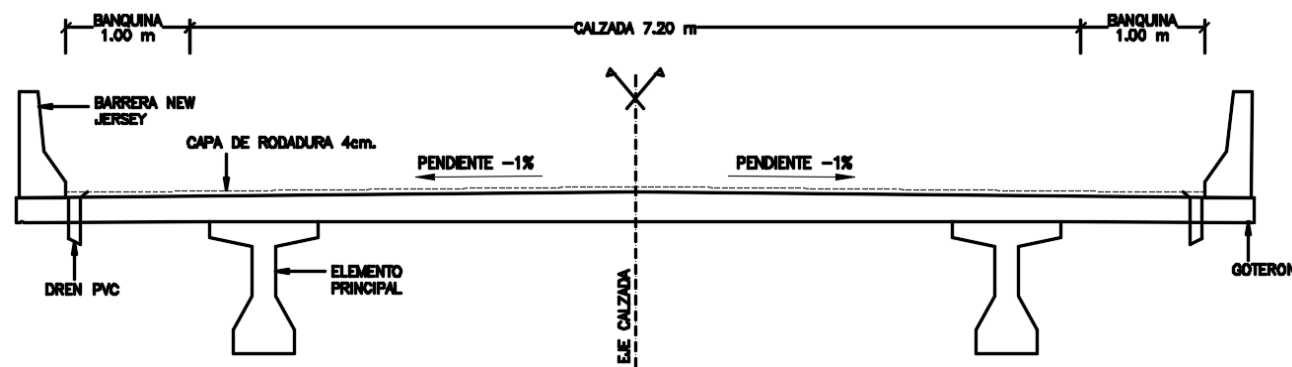
- Ubicación del puente (zona rural o poblada), volumen y composición del tránsito.
- Longitud del puente.

Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Perfil actual en zona rural

Perfil con barrera de hormigón armado

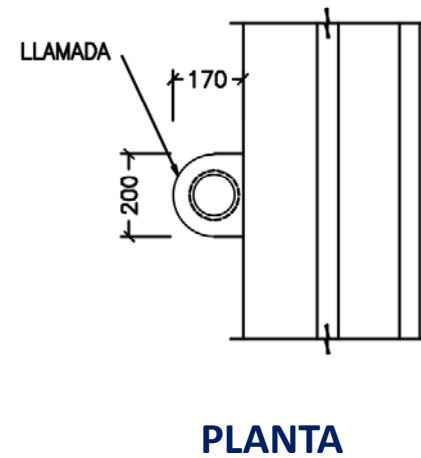
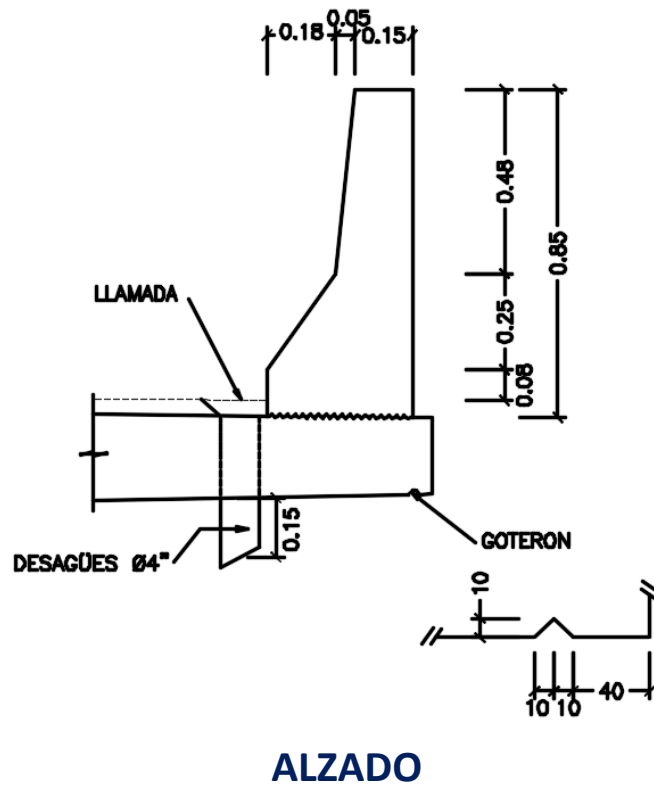
- Ancho de calzada en 7.20 m. Se incluyen banquetas a ambos lados de 1.00 m de ancho mínimo. La separación entre banquina y calzada se señalará adecuadamente sobre el pavimento.
- Se eliminan los cordones y veredas. La circulación peatonal es ocasional y se realiza por las banquetas.
- Se modifica la baranda por una barrera tipo New Jersey de contención y redireccionamiento (aprox. 85 cm de altura).
- Se adecúa la contención en accesos.



Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Perfil actual en zona rural

Perfil con barrera de hormigón armado



Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Perfil actual en zona rural

Perfil con barrera metálica para puentes de escasa longitud ($L < 35$ m)

- Se mantiene el perfil de la ruta existente, el ancho de calzada y sus banquetas.
- Sin cordones ni veredas. La circulación peatonal es ocasional y se realiza por las banquetas.
- El elemento de contención puede ser una barrera metálica tipo flex-beam.



Evolución del perfil transversal tipo de la DNV

Perfil actual en zona poblada

Perfil con barrera de hormigón armado

- Se mantiene el ancho de calzada en 7.20 m.
- Se eliminan los cordones y veredas.
- Se incluyen banquetas a ambos lados de 1.00 m de ancho como mínimo.
- Se modifica la baranda por una barrera tipo New Jersey de contención y redireccionamiento (aprox. 85 cm de altura) a la que se agrega una senda peatonal y/o ciclovía, de 1.00 m de ancho mínimo y una baranda.
- Se adecúa la contención en accesos.



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.
- IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de carreteras.
- 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.
- Juntas para puentes de carreteras. Consideraciones prácticas. Asociación técnica de carreteras de España. Año 2003.
- 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.