

*Bases actualizadas a 1 de octubre de 2024.*

El presente documento contiene las bases que articulan el desarrollo del **Noveno Concurso de Puentes “Caminos Santander”** para el alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de Cantabria correspondiente al curso 2024-2025, organizado por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

## 1 OBJETO DEL CONCURSO

El objeto general del concurso es el diseño de un puente de la forma más eficiente posible, buscando al mismo tiempo la sostenibilidad con el medioambiente.

Los objetivos específicos que se pretenden alcanzar con el desarrollo y participación en este concurso son:

- Descubrir al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato el mundo de la Ingeniería Civil, y en concreto, el campo del diseño de estructuras.
- Introducir a los participantes en los fundamentos de las estructuras y de los puentes en particular.
- Experimentar las ventajas del trabajo en equipo.
- Comunicar el trabajo realizado.

## 2 PARTICIPANTES

El concurso está abierto al alumnado de ESO y de Bachillerato de los centros educativos de Cantabria (y aquellos otros de otras regiones que la Organización decida invitar directamente). Existirán tres categorías distintas:

- Categoría de puente resistente para alumnado de ESO.
- Categoría de puente resistente para alumnado de Bachillerato.
- Categoría de puente móvil, conjuntamente para alumnado de ESO y de Bachillerato.

## 3 PREMIOS

Para cada una de las categorías, todos los miembros del equipo ganador recibirán un premio de forma individual.

Estos premios cuentan con el patrocinio y colaboración de la Cátedra Arenas, del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas de Cantabria, del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Cantabria y de Grupo PUENTES.

Todos los participantes recibirán un diploma que acredite su participación en el concurso.

## CATEGORÍAS DE PUENTE RESISTENTE

### 4 PARTICIPANTES

Podrá participar, bien de forma individual, bien en equipos de un máximo de tres miembros, todo el alumnado de ESO y BACHILLERATO. Se recomienda encarecidamente la participación en equipos de más de un miembro.

Los equipos deberán estar formados por estudiantes del mismo centro educativo y del mismo nivel educativo (mismo curso).

Un mismo estudiante sólo puede participar en un único equipo.

### 5 DESARROLLO DEL CONCURSO

El concurso (tanto para la categoría de ESO como para BACHILLERATO) se divide en dos fases. Una primera, clasificatoria, que establecerá un ranking de los equipos participantes, y una segunda, final, que determinará al equipo ganador de entre los mejores clasificados en la primera fase.

### 6 SOFTWARE Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

El software “BRIDGE DESIGNER” a utilizar podrá ser descargado de la página web del concurso:

<https://web.unican.es/centros/caminos/concurso-de-puentes>

En la web oficial del software “BRIDGE DESIGNER” (en inglés) proporciona información de base sobre el mismo, así como la posibilidad de su descarga.

<https://bridgedesigner.org/>

Durante la primera fase, los equipos (y por tanto sus miembros) participantes en el concurso son responsables de elegir y utilizar el equipo informático adecuado y una conexión a Internet apropiada. La organización del concurso no será responsable de las dificultades que puedan surgir debido a fallos técnicos o problemas de acceso a Internet.

### 7 PRIMERA FASE

La primera fase del concurso se desarrollará en las fechas que se recogen en el CALENDARIO (Anexo 1).

#### 7.1 ELABORACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LOS DISEÑOS

Los equipos participantes deberán diseñar un puente utilizando el software “BRIDGE DESIGNER” y ateniéndose a los requerimientos que se definirán a continuación.

Todos los diseños que se presenten deberán introducir el siguiente código en el desarrollo del mismo: **CAMXXX (se comunicará el 2 de diciembre de 2024).**

Los diseños que se presenten deberán haber superado la prueba de carga que realiza el propio software “BRIDGE DESIGNER”.

El proceso de envío del diseño para su evaluación por parte del jurado será el siguiente:

1. Guardar el diseño en un fichero en formato \*.bdc, utilizando el comando “Save” o “Save as” del software “BRIDGE DESIGNER”. Todos los diseños presentados en otro formato no serán considerados.
2. Adjuntar el fichero a un correo electrónico.
3. El asunto del correo electrónico deberá ser “Puentes CaminoSantander”, seguido de la categoría (“ESO” o “BACH”), y seguido del coste exacto del diseño (proporcionado por el software “BRIDGE DESIGNER”).
4. En el cuerpo del mensaje se debe incluir nombre, apellidos, edad y curso de cada uno de los miembros del equipo, así como nombre del centro educativo, nombre del profesor, nombre del equipo y una dirección electrónica de contacto para el equipo y para el profesor.
5. El correo electrónico deberá mandarse a [comunicacion.caminos@unican.es](mailto:comunicacion.caminos@unican.es)

Los diseños presentados antes de la fecha especificada como inicio de la primera fase en el CALENDARIO (Anexo 1), o después de la fecha límite, serán considerados no válidos. La fecha y hora oficial de entrega del diseño será la que figure en el correo electrónico.

Durante esta primera fase, no hay limitaciones en el sentido del número de diseños que un equipo puede enviar.

Tampoco existen limitaciones en cuanto a las colaboraciones permitidas. Los equipos tendrán total libertad para consultar con quien consideren adecuado (otros equipos, profesores, padres...).

## 7.2 EVALUACIÓN DE LOS DISEÑOS

Un diseño es considerado válido si:

1. Viene alojado en un fichero en formato \*.bdc generado con el software “BRIDGE DESIGNER”.
2. El diseño está basado en el código especificado en el apartado 7.1.
3. El diseño no es idéntico a cualquier otro diseño presentado con anterioridad.
4. El diseño es estructuralmente adecuado, esto es, capaz de superar la prueba de carga que realiza el propio software “BRIDGE DESIGNER”.

Dentro de una categoría del concurso, cualquier diseño de puente presentado que sea idéntico a un diseño presentado con anterioridad será rechazado. Es decir, el primer equipo que logre y presente un diseño determinado obtendrá el derecho exclusivo sobre el mismo.

Se considera que dos diseños son idénticos si:

1. sus articulaciones están todas en las mismas posiciones;
2. sus elementos estructurales están todos en las mismas posiciones (sin tener en cuenta el número de elementos); y
3. cada elemento de un diseño utiliza exactamente el mismo material, sección transversal y tamaño que el elemento correspondiente del otro diseño.

Si un diseño es rechazado, la Organización intentará notificarlo al equipo afectado por correo electrónico. Sin embargo, aunque un equipo no reciba nunca dicha notificación, la decisión de la Organización de rechazar el diseño se mantendrá.

Una vez que se determine que un diseño es válido, su posición en el concurso se determinará en función del coste exacto del diseño (proporcionado por el software “BRIDGE DESIGNER”). Un menor coste resulta en una mejor posición (el coste más bajo gana).

Si dos equipos presentan diseños que no son idénticos pero que tienen exactamente el mismo coste, el empate se romperá en base al momento de la presentación. El diseño presentado antes tendrá la mayor puntuación.

### 7.3 CLASIFICACIÓN FINAL DE LA PRIMERA FASE

Al acabar el plazo definido en el CALENDARIO (Anexo 1) para la presentación de diseños, se procederá a elaborar y publicar la clasificación final de la primera fase.

Se establecerá una clasificación final de la primera fase para cada categoría.

Los cuatro (4) mejores equipos clasificados de cada categoría serán invitados a participar en la fase final. Sólo el mejor equipo clasificado de cada centro será invitado a participar en la fase final.

## 8 FASE FINAL

La fase final del concurso se desarrollará en las fechas y lugar que se publicará convenientemente en la página web del concurso (CALENDARIO (Anexo 1)).

Sólo los equipos invitados a participar en esta final (en base a los resultados obtenidos durante la primera fase) podrán hacerlo.

Cualquier equipo que no pueda competir en la fase final en la fecha y lugar que se determine, será descalificado. Su plaza será ocupada por el siguiente equipo en la clasificación de la primera fase.

### 8.1 ELABORACIÓN DE LOS DISEÑOS

Durante la fase final, los equipos trabajarán en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria con un nuevo conjunto de requerimientos para la realización del diseño.

En esta fase final, los equipos participantes deberán construir un nuevo puente a escala 1:50 que supere un perfil del terreno, con una anchura y un gálibo mínimos. Todos estos condicionantes serán dados a conocer en el momento de inicio de la fase final.

Los materiales a utilizar en esta fase final serán proporcionados por la organización, y consistirán en un juego de piezas de construcción K'Nex, así como otros posibles elementos auxiliares.

Durante la fase final, los equipos deben hacer su propio trabajo de forma independiente y autónoma. Los miembros de los equipos no pueden colaborar con nadie fuera de su propio equipo. La colaboración no autorizada resultará en la descalificación inmediata del concurso.

### 8.2 EVALUACIÓN DE LOS DISEÑOS

A la finalización del plazo dado para la realización de los diseños, se procederá a la evaluación de los mismos.

Además de verificar que los diseños cumplan con los requerimientos geométricos, se valorará:

- que el puente presente un vano principal (distancia entre dos apoyos consecutivos) lo más largo posible,
- que cuente con el menor número de piezas posibles,
- que aguante el mayor número de kilos posibles,
- y que presente una cuidada estética.

Para valorar estas características se aplicarán los criterios que se describen en el apartado 9. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

La puntuación final, en base a la cual se establecerá la clasificación final del concurso, vendrá dada por la suma de los puntos que se obtengan en la clasificación parcial de cada uno de los criterios.

Se establecerá una clasificación final para cada categoría (ESO y BACHILLERATO), que determinará al equipo ganador en cada categoría.

## 9 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Cada diseño presentado al concurso se evaluará en función de los siguientes criterios por parte de un tribunal calificador designado por la organización. La puntuación final del diseño será la suma de cada uno de ellos, y variará entre 0 y 100 puntos, expresada con dos decimales y redondeada a la centésima más cercana.

### 9.1 CONDICIÓN NECESARIA

Cada diseño debe cumplir obligatoriamente con los requisitos marcados en las bases anteriores en relación a distancia entre estribos, anchura del tablero y gálibo libre. Todo diseño que no cumpla con estos requisitos obligatorios no será evaluado y por tanto obtendrá una puntuación de 0 puntos.

### 9.2 LONGITUD DEL VANO PRINCIPAL (HASTA 30 PUNTOS)

Para cada diseño se evaluará la longitud del vano principal, entendida en cada caso según se recoge en el Anexo 2. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_l = 30 \times \frac{L_v}{L_d}$$

Donde  $L_v$  es la longitud del vano principal expresada en centímetros, y  $L_d$  es la longitud de diseño (80 para la primera fase y un parámetro a determinar para la segunda fase).

### 9.3 NÚMERO Y TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS (HASTA 20 PUNTOS)

Cada equipo deberá rellenar la tabla de elementos que se utilizará para la evaluación de este criterio y que se proveerá en el momento de la evaluación. El tribunal evaluador verificará la veracidad de los datos que en ella se recojan. Dicha tabla asignará a cada elemento utilizado un coste, de tal forma que se podrá calcular el coste total del diseño presentado. Los equipos recibirán una tabla de puntuaciones de cada uno de los elementos a utilizar.

La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_c = 20 \times \left[ 1 - \frac{C - 3000}{10000} \right]$$

Donde  $C$  es el coste total del diseño. La puntuación en este apartado no podrá ser negativa, por lo que para costes mayores a 13.000 se tomará como puntuación 0.

### 9.4 PESO SOPORTADO (HASTA 30 PUNTOS)

Cada diseño será sometido a una carga ubicada en el punto pésimo del tablero según criterio del tribunal calificador que irá incrementándose hasta que se produzca la rotura de uno de los elementos del puente, o se alcance una carga total de 100 kilogramos. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_p = 30 \times \frac{Q}{30}$$

Donde  $Q$  es el peso máximo que aguante el diseño hasta un máximo de 30 kilogramos.

### 9.5 ESTÉTICA (HASTA 20 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la estética y funcionalidad del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 20 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

## CATEGORÍA DE PUENTE MÓVIL

### 10 PARTICIPANTES

Podrá participar, bien de forma individual, bien en equipos de un máximo de cuatro miembros, todo el alumnado de ESO y BACHILLERATO. Se recomienda encarecidamente la participación en equipos de más de un miembro.

Los equipos deberán estar formados por estudiantes del mismo centro educativo y del mismo nivel educativo (mismo curso).

Un mismo estudiante sólo puede participar en un único equipo.

Sólo podrán participar dos equipos del mismo centro.

Los equipos interesados en participar deberán mandar un correo a [comunicacion.caminos@unican.es](mailto:comunicacion.caminos@unican.es) antes de la fecha señalada en el CALENDARIO (Anexo 1).

### 11 DESARROLLO DEL CONCURSO

La categoría de PUENTE MÓVIL se desarrolla en una única fase.

Los equipos participantes deberán construir un puente a escala 1:50 que supere una distancia entre estribos de 40 metros (80 centímetros en el modelo reducido). El tablero del puente deberá tener una longitud mínima de 50 metros (100 cm en el modelo) y una máxima de 55 metros (110 cm en el modelo). La anchura del puente deberá ser de un mínimo de 5 metros (10 centímetros en el modelo) y un máximo de 7,5 metros (15 centímetros en el modelo). El puente no podrá tener una altura (medida sobre el tablero) mayor a 30 metros (60 centímetros en el modelo). En el Anexo 3 se adjunta la representación gráfica de estas condiciones.

El diseño presentado apoyará libremente sobre dos estribos que OBLIGATORIAMENTE serán dos tapas de sendas cajas de folios (solamente la tapa). Los estribos formarán parte del diseño presentado y por tanto tendrán que presentarse.

El tablero del puente deberá permitir el paso libre de un vehículo de carga de un estribo a otro. Las dimensiones del vehículo de carga serán de 3 metros de anchura, 2 metros de altura, y 7,5 metros de longitud (6 cm de anchura, 4 cm de altura, y 15 cm de longitud en el modelo).

El puente presentará dos estados:

- CERRADO, en el cual el vehículo de carga pueda circular libremente de un estribo al otro.

- ABIERTO, en el cual la circulación estará interrumpida, pero se liberará un gálibo libre de 10 metros de anchura (20 cm en el modelo) y 10 metros de altura (20 cm en el modelo) situado en el centro de los estribos.

Los participantes podrán utilizar los elementos y materiales constructivos que consideren adecuados, siempre que se encuentren recogidos en el apartado 12. La valoración que se realice de cada uno de los elementos utilizados se describe en el apartado 13.

Además de estos requerimientos geométricos y constructivos, se valorará:

- que se realice con el menor coste posible,
- que el tránsito de la posición “cerrada” a la posición “abierta” se realice de la forma más original, ingeniosa y automatizada posible,
- que presente una cuidada estética tanto funcional como visual,
- y que se acompañe de un panel expositivo, tamaño máximo A1 (594×841 mm) en el que se explique el diseño realizado y su funcionamiento.

Para valorar estas características se aplicarán los criterios que se describen en el apartado 13. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

La evaluación del diseño participante en esta categoría se realizará en el día señalado en el CALENDARIO (Anexo 1). Los equipos participantes deberán presentar, exponer y defender su diseño en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

## 12 MATERIALES A UTILIZAR

Para la participación en el concurso y la realización del puente, se podrán utilizar (aunque no exclusivamente) los siguientes materiales y elementos:

- Papel, cartulinas, cartón.
- Palillos de madera (diferentes tipos y tamaños).
- Pegamento (diferentes tipos).
- Hilo de menos de 2mm de grosor.
- Alambre de menos de 2mm de grosor.
- Sistemas de enganche puente-apoyos.
- Motores y sistemas de alimentación eléctrica.
- Sistemas electrónicos de control.
- Otro tipo de materiales o piezas que permitan la interacción entre los elementos anteriores.

## 13 CRITERIOS DE VALORACIÓN

Cada diseño presentado al concurso se evaluará en función de los siguientes criterios por parte de un tribunal calificador designado por la organización. La puntuación final del diseño será la suma de cada uno de ellos, y variará entre 0 y 100 puntos, expresada con dos decimales y redondeada a la centésima más cercana.

### 13.1 CONDICIÓN NECESARIA

Cada diseño debe cumplir obligatoriamente con los requisitos marcados en las bases anteriores en relación a distancia entre estribos, anchura del tablero y gálibo libre. Todo diseño que no cumpla con estos requisitos obligatorios no será evaluado y por tanto obtendrá una puntuación de 0 puntos.

### 13.2 LONGITUD DEL VANO PRINCIPAL (HASTA 25 PUNTOS)

Para cada diseño se evaluará la longitud del vano principal, entendida en cada caso según se recoge en el Anexo 2. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_l = 25 \times \frac{L_v}{L_d}$$

Donde  $L_v$  es la longitud del vano principal expresada en centímetros, y  $L_d$  es la longitud de diseño (80 para la primera fase y un parámetro a determinar para la segunda fase).

### 13.3 TRÁNSITO ENTRE POSICIONES (HASTA 25 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará el sistema diseñado para el tránsito entre las posiciones “cerrada” y “abierta” de cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la originalidad, ingenio, funcionalidad, y grado de automatización del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 25 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

### 13.4 ESTÉTICA (HASTA 20 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada diseño entre 0 y 10 puntos, valorando la estética y funcionalidad general del mismo. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 20 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

### 13.5 EXPOSICIÓN (HASTA 30 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnado, profesorado y otro personal) puntuará cada exposición realizada por parte de los participantes entre 0 y 10 puntos, valorando el panel expositivo presentado así como las respuestas proporcionadas a las preguntas que el jurado considere necesarias plantear a los participantes. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_e = 30 \times \frac{P_{em}}{10}$$

Donde  $P_{em}$  es la puntuación media de cada uno de los miembros del jurado.

## 14 CLAUSULA SANITARIA

En caso de que debido a alguna situación sanitaria imposibilite la realización de una competición presencial de la fase final en la Escuela de Caminos de la Universidad de Cantabria, ésta se llevará a cabo a través de internet, mediante un procedimiento que se comunicará a los finalistas una vez tomada la decisión.



## 15 VISITAS

Los centros que lo deseen podrán solicitar la visita a la Escuela para poder conocer mejor la profesión del ingeniero civil. Estas visitas estarán condicionadas al orden de solicitud y disponibilidad de profesorado y/o alumnado.

Igualmente se podrá solicitar la visita por parte de miembros de la Escuela a los centros.

## 16 PRIVACIDAD

La Organización del concurso respetará y salvaguardará toda la información personal que se genere durante la realización del concurso.

Para presentar un diseño, cada concursante miembro de un equipo debe proporcionar su nombre, apellidos, edad y curso, así como nombre del centro educativo, nombre del profesor, nombre del equipo y una dirección electrónica de contacto para el equipo y para el profesor. Esta información se utilizará únicamente para verificar la elegibilidad, la administración del concurso y la notificación de los finalistas.

Ninguna información recopilada durante el concurso será revelada a terceros - excepto los nombres de los ganadores del concurso, que podrán hacerse públicos con el propósito de la publicidad del concurso.

## 17 ACEPTACIÓN DE LAS BASES

La participación en el concurso implica la completa aceptación de estas bases.

Las decisiones tomadas por la Organización son consideradas firmes y finales en todos los aspectos relativos a la realización del concurso. Los equipos aceptan someterse a todas las decisiones tomadas por la Organización.

El calendario inicial y las presentes bases pueden sufrir cambios, que serán publicados en la web del concurso:

<https://divulgacaminos.unican.es/concurso-de-puentes/>

## ANEXO 1. CALENDARIO

CATEGORÍAS DE PUENTE RESISTENTE

	Inicio	Final
Primera fase	3 de diciembre de 2024	31 de enero de 2025
Fecha Límite Entrega	<b>23:59:59, 31 de enero de 2025</b>	
Resolución Primera Fase	7 de marzo de 2024	
Segunda Fase	Fecha por determinar (*)	

(\*) Previsiblemente entre el 14 y el 30 de abril de 2025

CATEGORÍA DE PUENTE MÓVIL

	Inicio	Final
Construcción de diseños	3 d diciembre de 2024	Fecha por determinar
Fecha límite de inscripción	<b>1 de abril de 2025</b>	
Presentación y evaluación de los diseños	Fecha por determinar (*)	
Exposición de los diseños	Fecha por determinar	Fecha por determinar

(\*) Previsiblemente entre el 14 y el 30 de abril de 2025

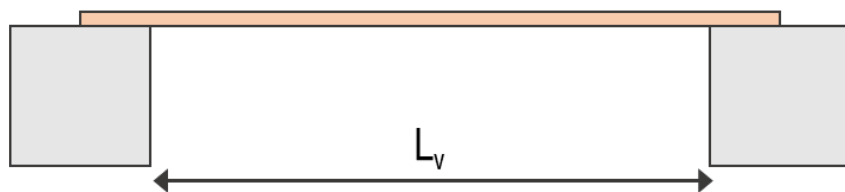
## ANEXO 2. DEFINICIÓN DE VANO PRINCIPAL

- Para el caso de un diseño de puente sin apoyos intermedios, se define la longitud del vano principal como la distancia entre estribos.
- Para el caso de un diseño de puente con apoyos intermedios, se define la longitud del vano principal como la luz del vano más grande-
- Para el caso de un diseño de puente atirantado:
  - Se define la longitud del vano principal como la luz del vano más grande si el tablero tiene conexión directa con el apoyo atirantado.
  - En el caso de que el tablero no tenga conexión directa con el apoyo atirantado, se define la longitud del vano principal como la distancia entre estribos multiplicada por un factor de corrección, que vendrá dado por la siguiente fórmula:

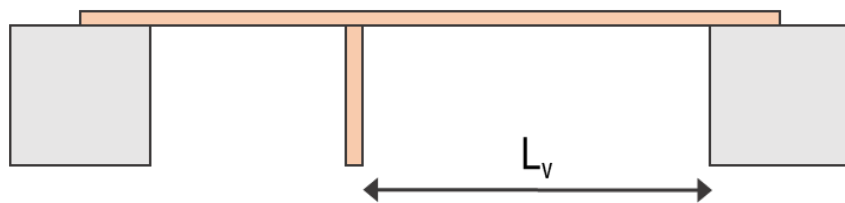
$$F_c = \frac{0.95}{t}$$

Donde t es el número de tirantes.

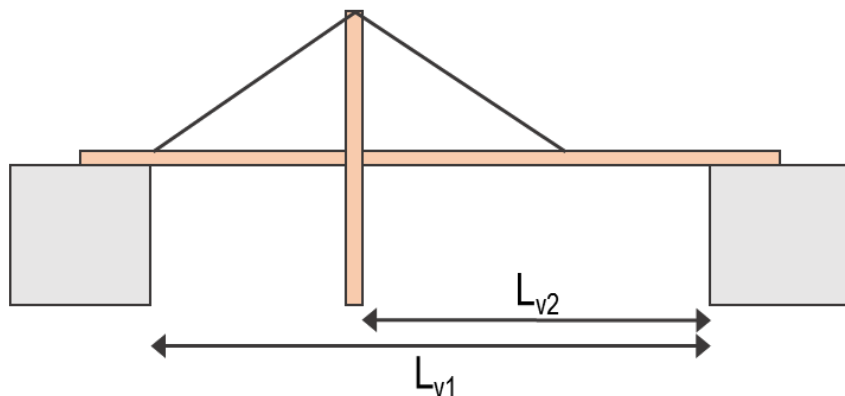
Puentes sin  
apoyos  
intermedios



Puentes con  
apoyos  
intermedios



Puentes  
atirantados



## ANEXO 3. REQUERIMIENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS DISEÑOS – CATEGORÍA MÓVIL

