El presente documento contiene las bases en las que se articula el desarrollo del primer concurso de puentes "Caminos Santander" para alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato de Cantabria que se celebrará en la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria.

# 1 OBJETO DEL CONCURSO

El objeto principal del concurso es la construcción de un puente a escala reducida de la forma más eficiente posible, empleando para ello distintos materiales.

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

- Descubrir a los alumnos de Educación Secundaria 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.
- El trabajo en equipo.
- La comunicación del trabajo realizado.

# 2 PARTICIPANTES

El concurso está abierto a alumnos de 2º de ESO y de 1º de Bachillerato de los institutos de Cantabria. Existirá una categoría específica dirigida a cada uno de los cursos.

Cada instituto podrá presentar un máximo de un equipo por categoría. El equipo estará conformado por un mínimo de 2 alumnos y un máximo de 5. Además, cada equipo deberá contar con un tutor, que será o bien un profesor del centro, o un padre/madre/familiar/tutor de alguno de los integrantes del equipo.

# 3 PREMIOS

Para cada una de las categorías, todos los miembros del equipo ganador recibirán como premio una Tablet de 10 pulgadas.

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

# 4 DESARROLLO DEL CONCURSO

El concurso se divide en dos fases. Una primera clasificatoria, que establecerá un ranking de todos los equipos participantes, y una segunda final, que determinará al equipo ganador de entre los cuatro mejores clasificados en la primera fase.

## 4.1 PRIMERA FASE

Los equipos participantes deberán construir un puente a escala 1:50 que supere una distancia entre estribos de 50 metros (100 centímetros en el modelo reducido). La anchura del puente deberá ser de un mínimo de

3 metros (6 centímetros en el modelo reducido). El puente deberá tener al menos un gálibo libre de 5 x 5 metros (10 x 10 centímetros en el modelo reducido).

En esta primera fase los participantes podrán utilizar los elementos y materiales constructivos que consideren adecuados, siempre que se encuentren recogidos en el apartado 5. La valoración que se realice de cada uno de los elementos utilizados se describe en el apartado 6.

Además de estos requerimientos geométricos y constructivos, 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 6. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

La evaluación del diseño aportado se realizará en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria (o excepcionalmente en otro lugar a convenir).

### 4.2 SEGUNDA FASE

Los cuatro equipos con una mayor puntuación en la primera fase serán invitados a participar en la fase final del concurso. Si alguno de los equipos renunciase a participar, se invitaría al siguiente clasificado.

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.

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.

Además de estos 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 6. El resultado de aplicar estos criterios será una valoración cuantitativa que variará entre los 0 y los 100 puntos.

Esta fase se realizará en la semana del 8 al 14 de mayo de 2017, coincidiendo con la festividad de Santo Domingo de la Calzada y los actos conmemorativos que se realizarán durante dichos días. El día exacto se concretará en el momento de inicio de la fase. Los equipos participantes deberán construir su diseño en las instalaciones de la Escuela de Ingenieros Técnicos Superiores de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria en un tiempo máximo de 3 horas.

# 5 MATERIALES A UTILIZAR

Para la participación en el concurso y la realización del puente, únicamente se podrán utilizar 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.
- Cajas de folios (con algún contrapeso en su interior).
- Tornillos de enganche puente-apoyos.

# 6 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.

## 6.1 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.

## 6.2 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 1. 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 (100 para la primera fase y un parámetro a determinar para la segunda fase).

## 6.3 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 costes de cada elemento pueden verse en el ANEXO 2 (Primera Fase) y ANEXO 3 (Segunda Fase).

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.

### 6.4 PESO SOPORTADO (HASTA 30 PUNTOS)

Cada diseño será sometido a una carga ubicada según el 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 15 kilogramos. La puntuación en este apartado se calculará con la fórmula siguiente:

$$P_p = 30 \times \frac{Q}{15}$$

Donde Q es el peso máximo que aguante el diseño hasta un máximo de 15 kilogramos.

### 6.5 ESTÉTICA (HASTA 20 PUNTOS)

Un jurado específico compuesto por miembros de la comunidad educativa de la Escuela (que puede incluir a alumnos, profesores 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.

## 7 INSCRIPCIÓN

La inscripción de los equipos se realizará a través de la página web habilitada para ello en la siguiente dirección:

http://web.unican.es/centros/caminos/

Esta misma página web se utilizará como medio de comunicación de la organización con los equipos participantes, y será donde se publicarán los resultados de las distintas fases.

## 8 EXPOSICIÓN DE LOS DISEÑOS

Los diseños participantes tanto en la primera como en la segunda fase podrán quedar expuestos en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria hasta final del mes de junio, pudiendo ser visitados por el público en general.

## 9 ACEPTACIÓN DE LAS BASES

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

## 10 RECONOCIMIENTO

El concurso y las bases del mismo están basadas en la “Competición de diseño de puentes con K’nex” que se realiza en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Ciudad Real.

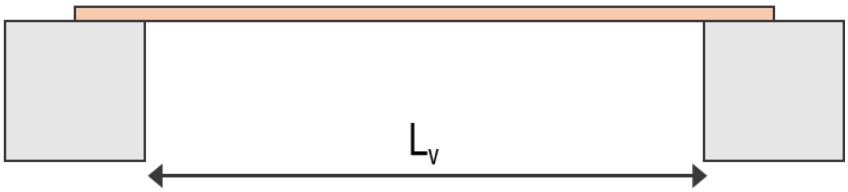
## ANEXO 1. DEFINICIÓN DE VANO PRINCIPAL

- 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:

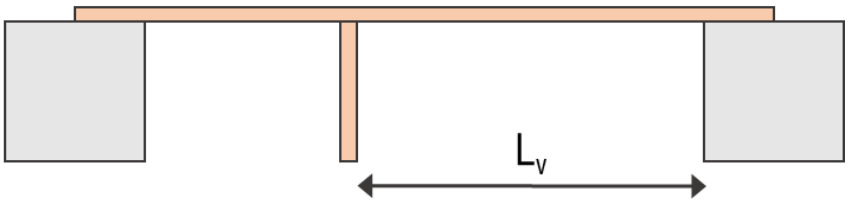
$$F_c = \frac{0.95}{t}$$

Donde t es el número de tirantes.

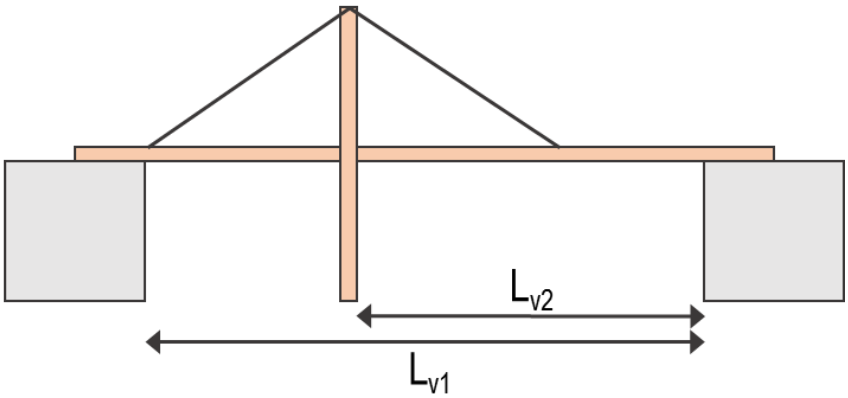
Puentes sin apoyos intermedios




Puentes con apoyos intermedios




Puentes atirantados



## ANEXO 2. TABLA DE COSTES (PRIMERA FASE)

| MATERIAL UTILIZADO | COSTE |
|---|---|
| **Categoría 1- Estructura** | |
| Papel | 3.000 puntos |
| Cartulina | 3.500 puntos |
| Cartón | 4.000 puntos |
| Madera | 5.000 puntos |
| **Categoría 2 – Auxiliar** | |
| Hilo | 2.500 puntos |
| Alambre | 3.500 puntos |
| Tornillos unión tablero-apoyos | 3.500 puntos |
| **Categoría 3 – Unión** | |
| Pegamento de barra | 4.000 puntos |
| Cola blanca | 5.000 puntos |
| Otros pegamentos | 7.000 puntos |

Para cada una de las categorías de material, se contabilizará el material de mayor puntuación utilizado, independientemente de la cantidad utilizada.

Ejemplos:

- Un puente de cartulina y palillos de madera, con tirantes de hilo y que utiliza como elemento de unión la cola blanca, obtendría en este apartado una puntuación de 12.500 puntos: madera (5.000) + hilo (2.500) + cola blanca (5.000).
- Un puente de palillos de madera, sin elementos externos de unión, obtendría en este apartado una puntuación de 5.000 puntos: madera (5.000.

## ANEXO 3. TABLA DE COSTES (SEGUNDA FASE)

| TIPO DE PIEZA | COLOR | COSTE |
|---|---|---|
| Barra estructural | Verde | 2 puntos |
| | Blanca | 3 puntos |
| | Azul | 6 puntos |
| | Amarilla | 9 puntos |
| | Roja | 13 puntos |
| | Gris | 19 puntos |
| | | |
| Conector | Naranja | 3 puntos |
| | Gris claro | 2 puntos |
| | Gris oscuro | 4 puntos |
| | Verde | 4 puntos |
| | Amarillo | 5 puntos |
| | Azul | 5 puntos |
| | Blanco | 7 puntos |
| | | |
| Resto de piezas | | 1 punto |
| | | |
| Hilo | | 1.5 puntos/cm |
| | | |
| Tornillos de anclaje | | 2 puntos |

## ANEXO 3. CALENDARIO

| | Inicio | Final |
|---|---|---|
| **Inscripción** | 1 de diciembre de 2016 | 31 de enero de 2017 |
| | | |
| **Primera fase** | 1 de febrero de 2017 | 12 de abril de 2017 |
| **Resolución Primera Fase** | 28 de abril de 2017 | |
| **Segunda Fase** | 8 de mayo de 2017 | 14 de mayo de 2017 |
| | | |
| **Exposición de diseños** | 16 de mayo de 2017 | 30 de junio de 2017 |