

CONCURSO DE ESTRUCTURAS EIA 2014



La Escuela de Ingeniería de Antioquia tiene el gusto de invitar a la comunidad estudiantil a participar en el CONCURSO DE ESTRUCTURAS EIA 2014.

Es nuestro propósito ofrecerles a los estudiantes de colegios y universidades un desafío real donde tendrán la oportunidad de acercarse al proceso ingenieril, aprender sobre puentes y mostrar sus habilidades.

El reto es diseñar el puente para cruzar el perfil de terreno que se observa en la Figura 1 y construir un modelo en madera balsa que soporte la mayor carga de uso con el menor costo posible.

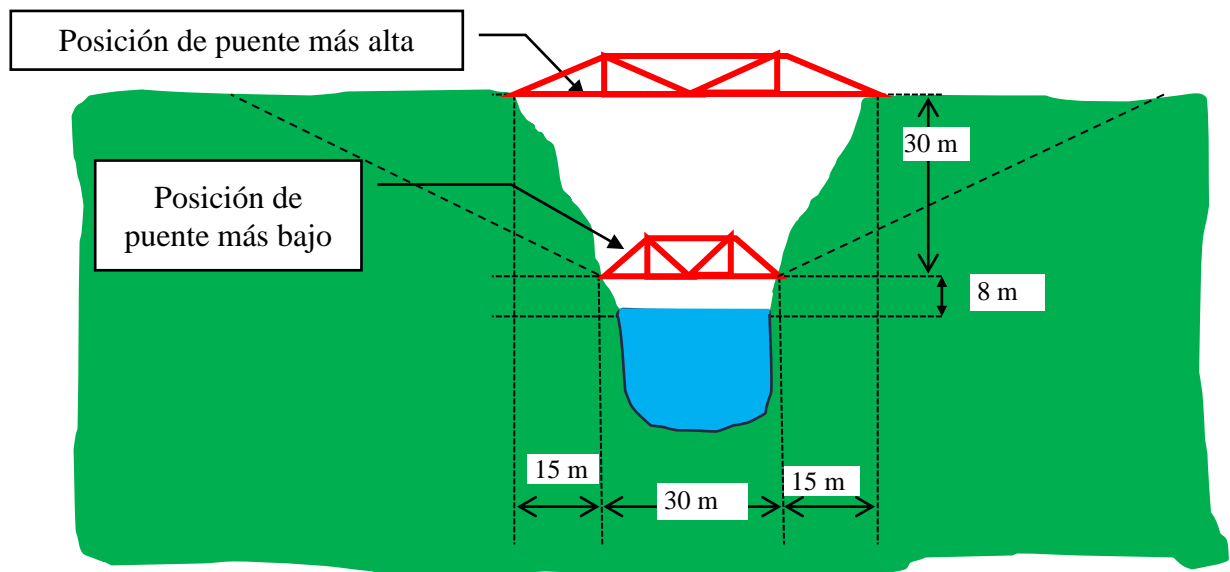


Figura 1. Perfil original del terreno

Estudiantes de colegios y universidades en equipos de tres personas como máximo.

1. CATEGORÍAS

- Categoría Colegios: estudiantes de colegios.
- Categoría Básica: estudiantes de pregrado entre primero y cuarto semestre.
- Categoría Avanzada: estudiantes de pregrado desde quinto semestre en adelante.

Se pueden conformar equipos con estudiantes de diferentes categorías, sin embargo, la categoría del equipo será la del integrante con el nivel más avanzado. Es importante anotar que los equipos pueden ser mixtos, es decir pueden formarse con personas de diferentes instituciones.

2. INSCRIPCIONES

Enviar la siguiente información al correo electrónico concursoestructuras@eia.edu.co especificando en el asunto Inscripción al concurso 2014:

- ✓ Nombre del puente y categoría.
- ✓ Nombres de los integrantes del equipo, institución, nivel de estudios, teléfonos y direcciones electrónicas.

3. FECHAS Y LUGARES DEL CONCURSO

Inscripción vía correo electrónico desde el 3 de Marzo hasta el 4 de Abril.

Recepción de modelos:

- Fecha: 21 de Abril de 2014 de 8:00 a.m. a 12:00 m. y de 2:00 p.m. a 5:00 p.m.
- Lugar: Unidad Académica de Ingeniería Civil, Ambiental, Industrial y Geológica, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Sede Las Palmas. Oficinas 209-B a 212-B.

Exposición de los modelos:

- Fecha: del 21 al 23 de abril de 4
- Lugar: Escuela de Ingeniería de Antioquia. Sede Las Palmas. Calle de la Cultura.

Ensayo de modelos:

- Fecha: jueves 24 de abril de 2014, 8:00 a.m.
- Lugar: Escuela de Ingeniería de Antioquia. Sede Las Palmas. Hall principal.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A SOLUCIONAR

Se requiere comunicar, por medio de una vía, dos zonas que están separadas por un cauce natural de agua, según el perfil natural del terreno mostrado en la Figura 1.

Para cumplir el objetivo se puede decidir entre mantener un lineamiento totalmente horizontal de la vía, en cuyo caso se tendría un puente de 60 m de longitud, o acercarse al cauce cambiando las pendientes de aproximación a ambos lados con un 7% máximo de pendiente, en cuyo caso se lograría un puente de 30 m longitud. La segunda opción, aunque con un puente más corto, requiere cortes y movimientos de tierra que en la primera opción no serían necesarios.

El costo total de la solución incluyendo estructura del puente, corte y movimiento de tierra será definitivo para escoger la mejor alternativa. Se debe tener en cuenta que un puente de mayor longitud es más costoso en cuanto a su estructura, pero a la vez requiere un menor movimiento de tierra, según se puede observar en la Figura 2.

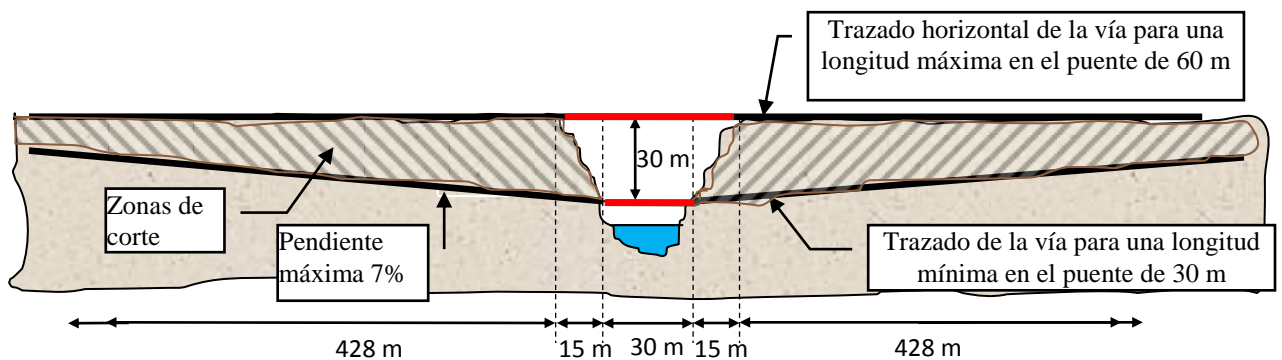


Figura 2. Perfil del terreno y trazados tentativos de la vía

Los concursantes deben sopesar el costo de la estructura y el costo del movimiento de tierra, en compensación con las posibles utilidades que se obtienen al cobrar peajes de mayor valor por permitir el paso de vehículos de mayor carga.

5. CALIFICACIÓN DE LOS MODELOS

Los modelos se calificarán teniendo en cuenta la estética y la utilidad. El puntaje máximo es de 100 puntos, de los cuales 95 corresponden al puente con mayor utilidad y 5, al puente mejor calificado estéticamente:

$$\text{Puntaje} = \frac{95 * \text{utilidad}}{\text{utilidad máxima en el concurso}} + \text{puntos por estética}$$

5.1 Utilidad

$$Utilidad = Ingresos - costos de construcción$$

Ingresos:

Están dados por el cobro de peajes y por el servicio que presta el modelo. Los peajes se cobran de manera proporcional a la carga máxima soportada por el modelo (en *Newton*), así:

$$Ingresos por peajes = carga máxima soportada \times \left(\frac{\$500}{N} \right)$$

El ingreso por servicio se obtiene de manera proporcional a la rigidez del puente. Modelos que permiten muchas deformaciones tienen una menor capacidad de servicio.

$$Ingreso por servicio = (1,5 \text{ cm} - deformaciones \text{ en cm}) * \$8000$$

Así, puentes con deflexiones mayores de 2,0 cm en el centro de su luz se castigan con un ingreso negativo.

Costos de construcción:

Depende del costo de la estructura y del costo del movimiento de tierra acorde con la geometría del perfil de vía seleccionado. El costo de la estructura se relaciona con su peso, puentes más livianos utilizan menos material en su construcción; el costo del movimiento de tierra se define por el volumen movido al escoger un puente de menor longitud.

- Costo de la estructura

$$Estructura = (\text{peso del modelo en Newton})^2 \times \frac{\$2200}{N^2}$$

- Costo de tierra extraída y movida a otro lugar:

$$\text{Costo movimiento tierra} = \text{volumen de tierra extraída} \times \frac{\$4,5}{m^3}$$

El volumen de tierra extraída se calculará teniendo en cuenta un ancho de vía igual al ancho del modelo construido más una berma fija de 1,50m a cada lado.

La ecuación de cálculo es:

$$Volumen = (60 \text{ m} - L)^2 \times 13,875 \times (7 \text{ m} + 3)$$

5.2 Estética

Los puentes serán juzgados por 3 personas, directivos o docentes de la EIA. Se califican con un puntaje entre 1 y 5.

Los puentes ganadores deben presentar puntajes positivos (utilidades).

En el caso de incumplimiento de reglas, el comité organizador y los jurados darán por descalificado el modelo, sin embargo se dará un tiempo adicional para realizar las correcciones al modelo, extendiendo el plazo de puentes con correcciones hasta el día anterior a la falla.

6. GEOMETRÍA DEL MODELO

El modelo se debe construir en una escala de 1:50. **Las medidas que se dan a continuación corresponden a medidas del puente real y no del modelo**, por lo tanto las medidas del modelo se deben obtener de estos valores.

- Longitud: entre 30 m y 60 m.
- Alturas del modelo por encima y por debajo de la carpeta de rodadura según se muestran en la Figura 3.
 - Medida máxima entre la superficie de rodadura y la parte inferior de la estructura: 5 % de la longitud total del puente ($L/20$).
 - Medida máxima entre la superficie de rodadura y el extremo superior de la estructura: 20 % de la longitud total del puente ($L/5$).
 - Altura máxima total: 25 % de la longitud del puente ($L/4$).

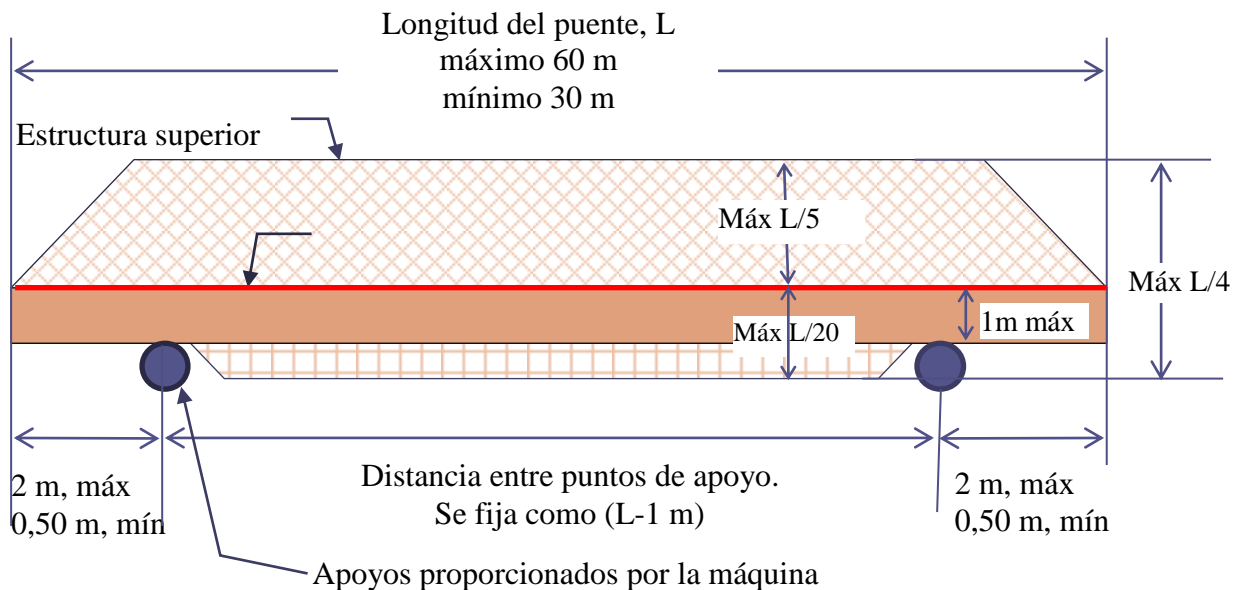


Figura 3. Perfil del puente. Medidas máximas y mínimas.

- Ancho:

El puente a construir debe tener circulación en cada dirección con carriles de un ancho mínimo de 3,50 m. Es opcional el construir o no andenes. La sección transversal del puente debe cumplir con las medidas mínimas de

ancho de carril y máximas de ancho total, indicadas a continuación y esquematizadas en la Figura 4.

- Ancho libre mínimo: 7,0 m, correspondientes a 2 carriles de 3,5 m sin andenes.
- Ancho externo máximo: 8,5 m entre bordes externos, correspondientes a 2 carriles de 3,5 m, un sobrecarril de 0,75 m para estructuras laterales o andenes.

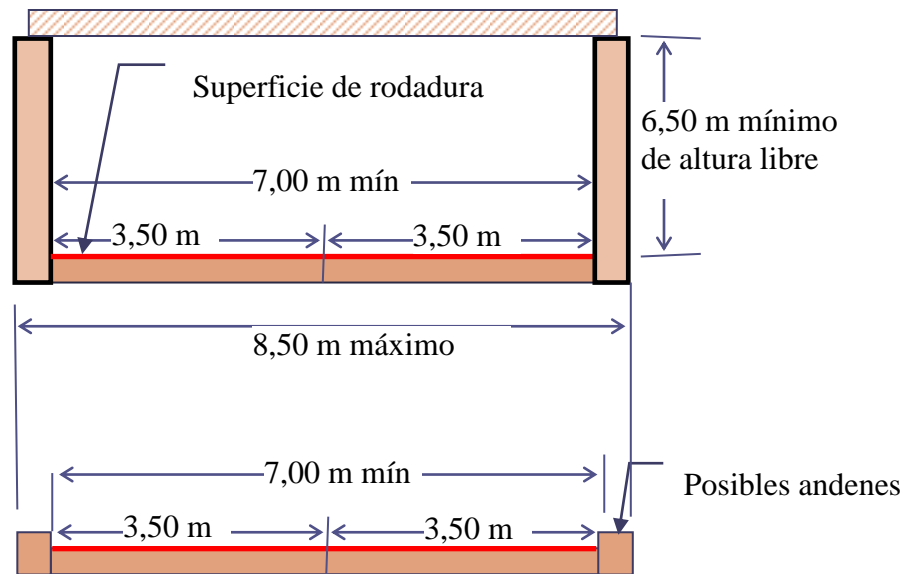


Figura 4. Medidas de la sección transversal del puente

- **Superficie de rodadura:** es obligatorio que todos los puentes dispongan de una superficie de rodadura plana horizontal de mínimo 7,0 m de ancho y de longitud igual a la del puente a construir, ésta debe ser obligatoriamente **una sola tabla** de balsa de no más de 5 mm de espesor (medida real del modelo). En esta longitud se debe dejar una altura libre de 6,5 m, completamente libre de obstáculos para permitir el paso de vehículos. En consecuencia, el puente debe permitir deslizar un bloque rectangular de 7,0 m de ancho y 6,5 m de alto en toda su longitud. La altura desde la parte superior de los apoyos proporcionados por la máquina de ensayo hasta la superficie superior de rodadura del puente debe ser 1 m máximo, esto con el fin de facilitar la prueba móvil. Ver figuras 3 y 8.
- **Apoyos proporcionados por la máquina de ensayo:** el modelo del puente solo podrá apoyarse sobre dos varillas de acero de 13 mm de diámetro, proporcionadas por la máquina de ensayo, en cada lado. Estas varillas son móviles y se acomodan de acuerdo con la longitud del puente, de tal manera que se conserve una distancia entre el centro de la varilla y los bordes del puente de máximo 2 m (ver figura 3).

- Contacto del puente con los apoyos: solo se permiten dos superficies de contacto del modelo con cada uno de los apoyos. Estas superficies deben ser planas máximo de 1 m medidos perpendicularmente al eje de la varilla de apoyo para cada una. El puente no debe tocar los apoyos lateralmente ni por debajo, el único contacto entre el puente y los apoyos es en la parte superior de las varillas. Ver Figura 5.

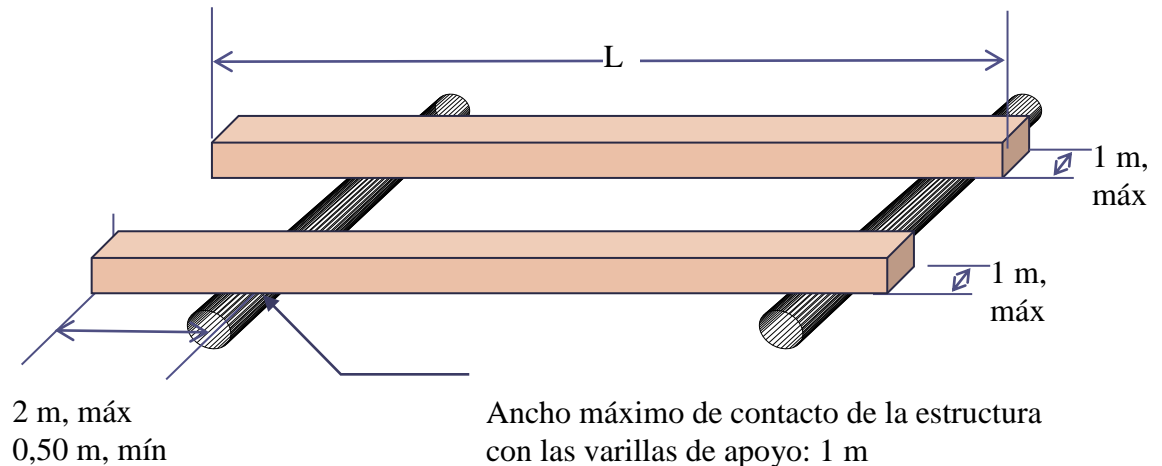


Figura 5. Detalle de apoyo de estructura en varillas

- Peso máximo: el peso máximo del modelo se define proporcional a su longitud, el valor máximo para puentes con la longitud máxima de 60 m es de 7 N (686 gr-f), el valor máximo para puentes con la longitud mínima de 30 m es de 4,5 N (460 gr-f).

Nota: La geometría de los puentes se debe cumplir al pie de la letra, de lo contrario habrá descalificación inmediata.

7. MATERIALES

Las medidas dadas en este numeral corresponden a medidas reales de las piezas y del modelo.

Los únicos materiales permitidos para la construcción del modelo son:

- Balso: para la estructura principal del modelo se utilizarán elementos de balso comercial con secciones transversales máximas 15 mm x 15 mm. Estos elementos **NO** se pueden pegar longitudinalmente para conformar miembros estructurales de mayor sección transversal. Para unir elementos longitudinalmente se puede recurrir a traslapos como se muestra en la Figura 6. En la zona de traslapo se pueden usar elementos de balso como refuerzo que den un sobre ancho máximo de 5 mm a la pieza, estos pueden ser tablillas de balso (ver Figura 7).

- Cábano (hilo de zapatero). Solo puede ser utilizado para cables o tirantes de la estructura.
- Pega para madera tipo *colbón* o UHU. Solo se utiliza en los puntos de unión de elementos y nunca como recubrimiento de los elementos estructurales.
- Se permite utilizar alfileres normales de modistería o puntillas delgadas como elementos de conexión.

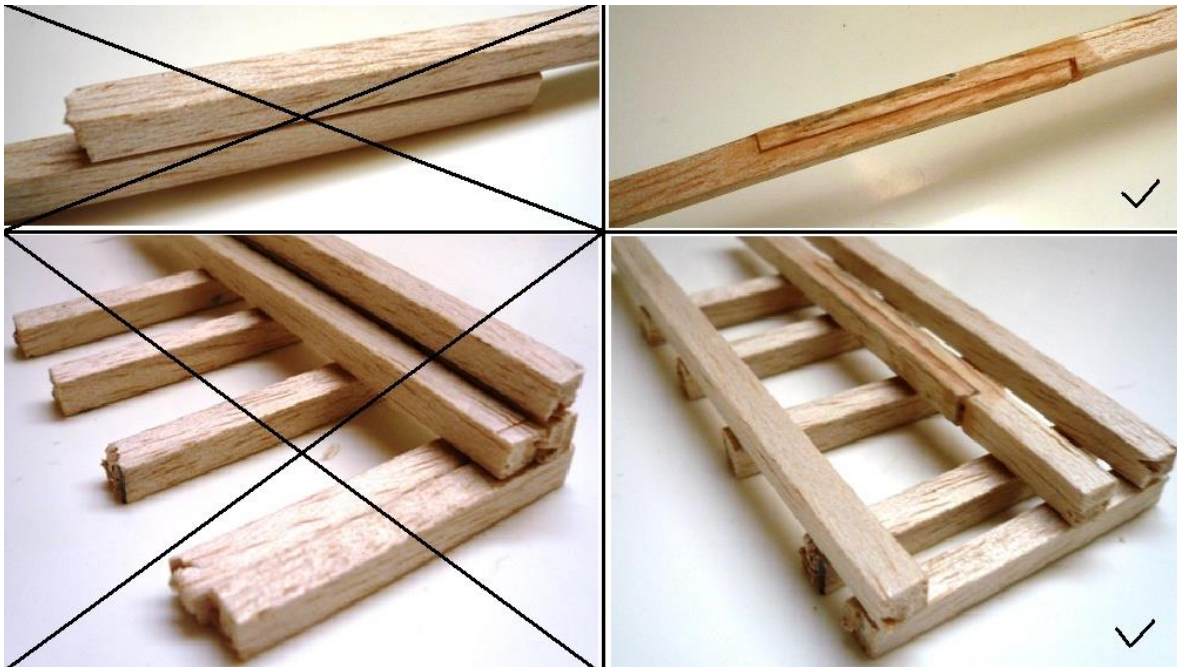


Figura 6. Pegas permitidas en los elementos de balso

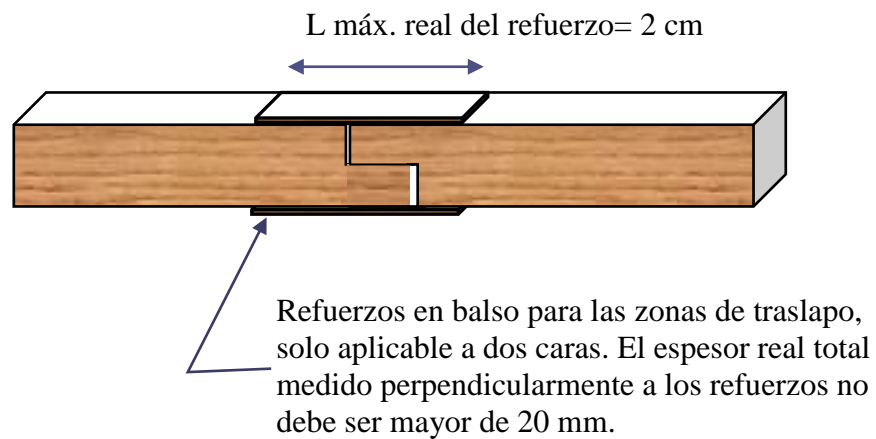


Figura 7. Refuerzos en las zonas de traslapos entre piezas de balso.

8. ESPECIFICACIONES PARA EL ENSAYO

La prueba de los modelos exige dos tipos de ensayos, uno por carga móvil y otro por carga estática.

8.1 Carga móvil

El modelo del puente debe resistir una carga móvil puntual de 245 N (25 kgf) pasando por toda la longitud del puente, sin sobrepasar una deflexión máxima de 3 cm en cualquier punto de la superficie de rodadura. La carga móvil consiste en un carro de 10 cm ancho.

Si éste no logra soportar el paso de la carga móvil en ambos sentidos (se ensaya de izquierda a derecha y de derecha a izquierda) será descalificado. Esta prueba se efectúa antes de la prueba de carga central máxima.

El vehículo de carga móvil se apoyará sobre dos rodillos paralelos de 4,5 cm de ancho y 2 cm de ancho que recorrerán toda la longitud del puente una sola vez. Ver Figura 8.



Figura 8. Ensayo a carga móvil

8.2 Carga estática

Se ensaya el modelo aplicando una fuerza vertical sobre la carpeta horizontal en un área de 10 cm x 10 cm, localizada en el centro de la luz. La carga aumentará progresivamente hasta que el puente falle o alcance la deflexión máxima.

Para efectos del ensayo, el modelo debe dejar pasar verticalmente, por su parte superior central, un pistón de 6 cm de diámetro. **Note que el ensayo se realiza por la parte superior por lo tanto no debe haber ningún elemento que impida la aplicación de la carga. Ver Figura 9.**

La carga vertical se aplicará sobre una platina metálica de 10cm x 10cm ubicada sobre la carpeta de rodadura, esta es proporcionada por los organizadores del concurso.

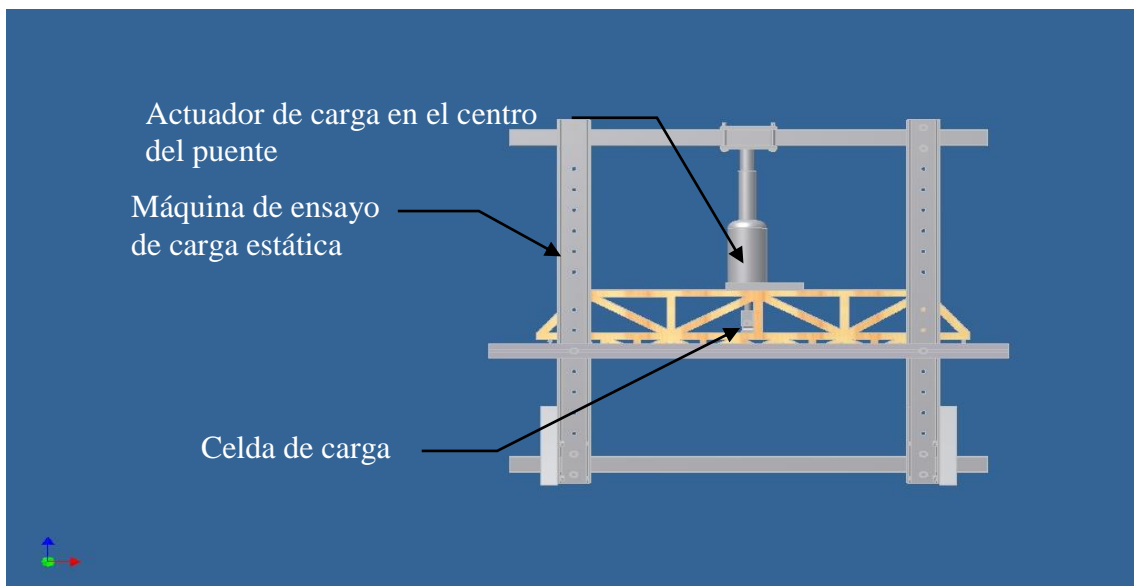
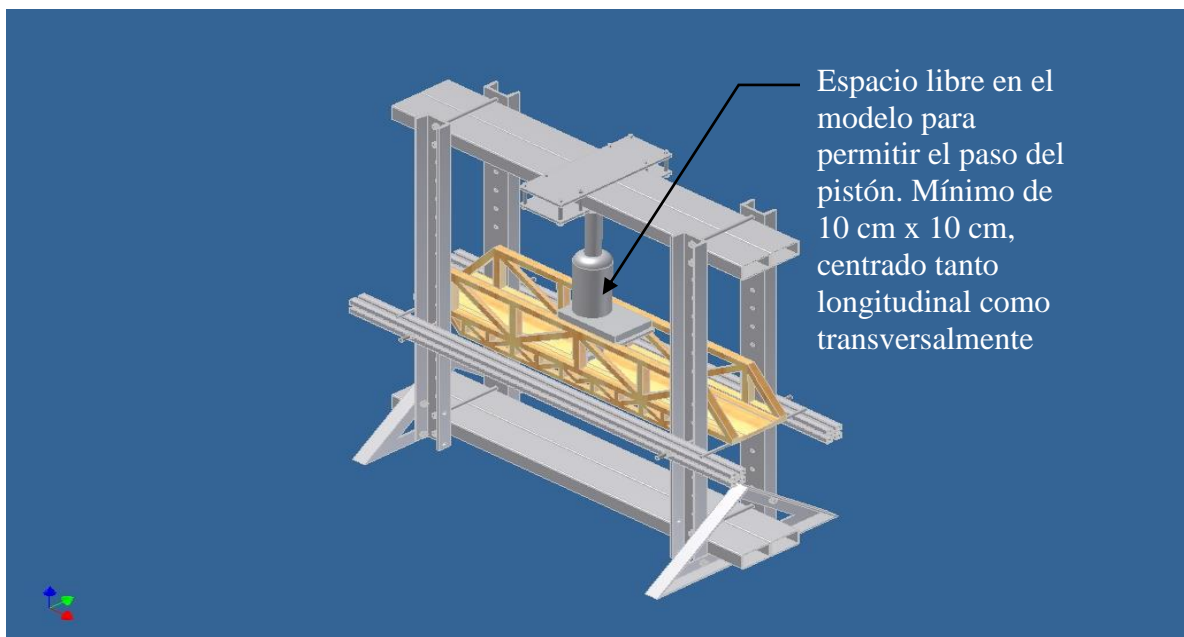
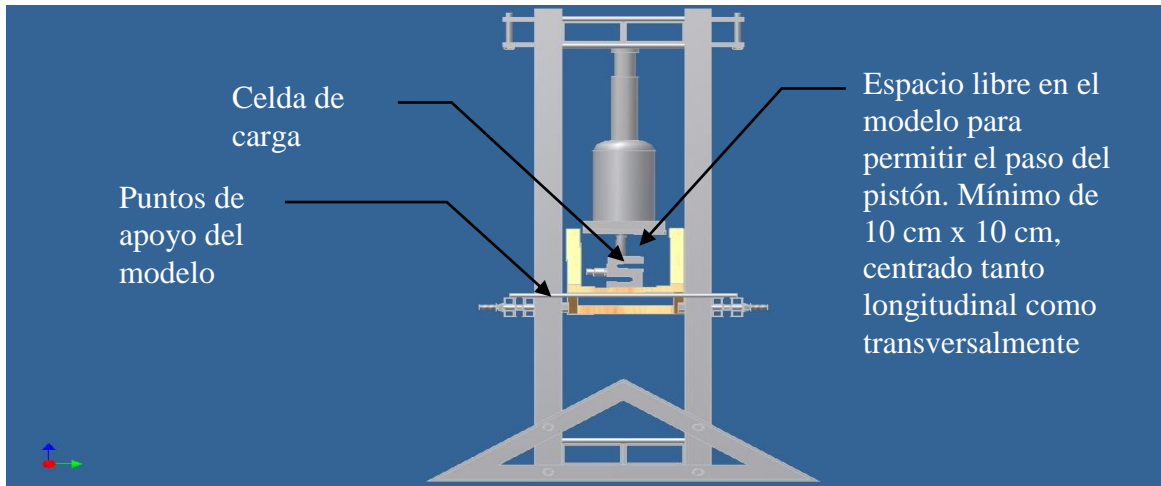


Figura 9. Montaje para el ensayo a carga estática



9. CONDICIONES PARA LA ENTREGA DE MODELOS

El modelo se entrega en la secretaría de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Ambiental, geológica e Industrial, oficina 209 B de la sede Las Palmas de la Escuela de Ingeniería de Antioquia. **El modelo se marca con marcador de tinta indeleble con el nombre del puente en la parte superior. No deben aparecer los nombres de los concursantes de forma visible al público, se deben colocar en la parte inferior.**

10. PREMIOS

Se premiarán los dos primeros puestos de las categorías básica y avanzada.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CONSULTADAS

<http://bridgecontest.usma.edu/>

ANEXO

EJEMPLO ESCALA

Se requiere construir un modelo de una estructura de 45 metros de largo y un ancho de 7 metros en una escala 1 en 50, se requiere encontrar las medidas reales del modelo a construir.

$$\begin{aligned} \text{Largo} &= 45 \text{ m} * \frac{1}{50} = 0,9 \text{ m} \\ \text{Ancho} &= 7 \text{ m} * \frac{1}{50} = 0,14 \text{ m} \end{aligned}$$

Note que para encontrar las medidas del modelo simplemente se dividió por el número de la escala. El modelo a construir en este caso es de 90 cm de longitud y 14 cm de ancho.