



**MATRIX** | STRUCTURES

## Puente colgante simple



**MATRIX**

CP9503

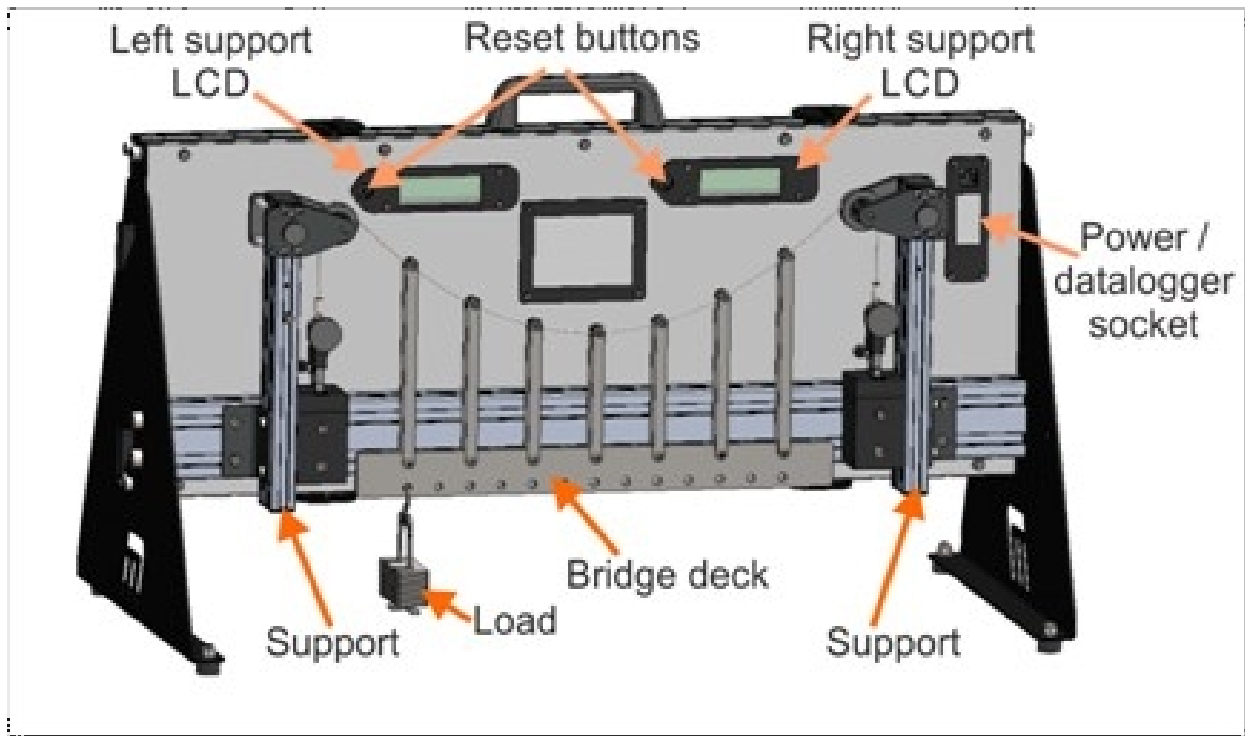
[www.matrixtsl.com](http://www.matrixtsl.com)

Copyright 2024 Matrix Technology Solutions Limited

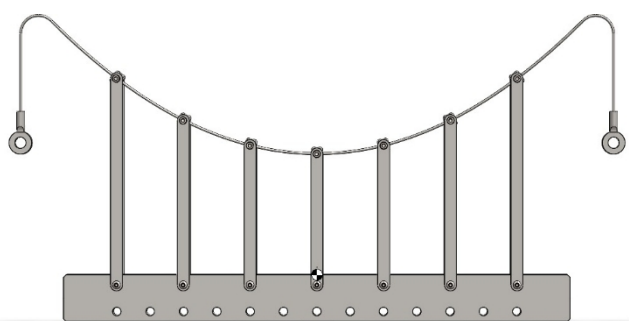
	Introducción	3
Ficha 1	Puente sin carga	5
Ficha 2	Carga concentrada	6
Ficha 3	UDL	8
Ficha 4	Puente asimétrico	10

Este kit permite los estudiantes aplicar cargas concentradas o cargas uniformemente distribuidas (UDL) al tablero de dos tipos de **puentes colgantes** para explorar la tensión resultante en el cable en ambos extremos. En una configuración, los dos soportes de polea guiados se sitúan a la misma altura. En la otra, el soporte de polea de un se baja para crear una disposición asimétrica con soportes a diferentes alturas.

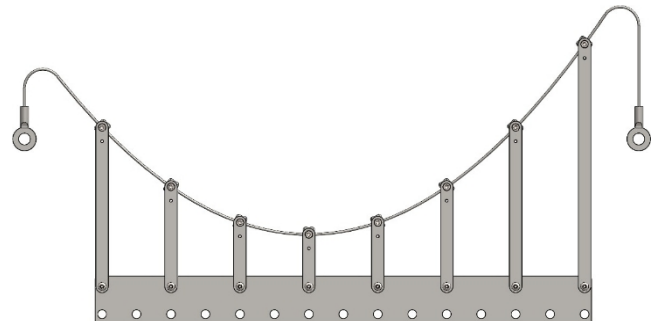
El siguiente diagrama identifica los principales componentes del equipo.



Dos células de carga, conectadas a pantallas LCD, miden la tensión en los extremos del puente, lo que permite a los estudiantes explorar diversos escenarios de carga, como mover una carga concentrada a través del vano del puente o aplicarle un UDL. Las tensiones medidas resultantes pueden compararse con los valores teóricos.



Puente simétrico



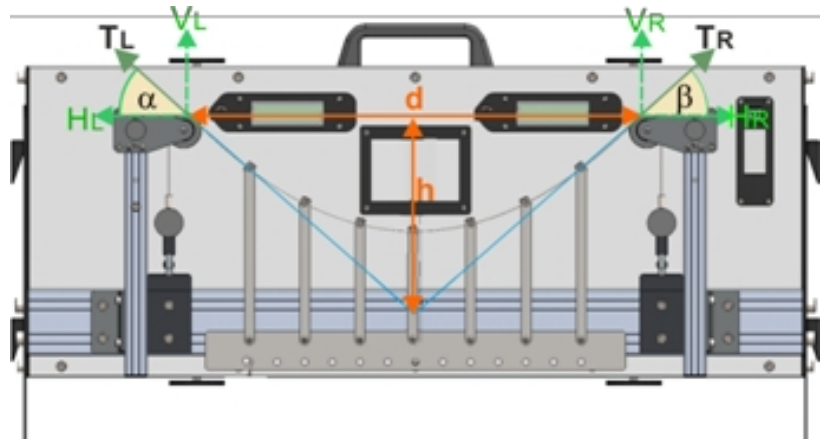
Puente asimétrico

# Introducción

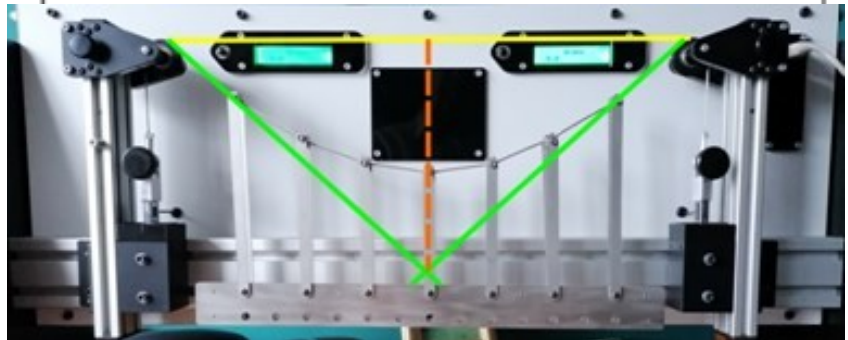
## Puente colgante

### Medición de la geometría

Varios cálculos de este módulo requieren que los alumnos conozcan los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , entre el cable que sostiene el puente y la horizontal.



Hay varias formas de encontrarlos: Por ejemplo, puede tomar una fotografía del equipo y añadir líneas a la imagen, como se muestra a continuación:



Los ángulos pueden obtenerse por medición directa o por trigonometría.

La imagen muestra un primer plano utilizado para medir el ángulo  $\alpha$  directamente, utilizando un transportador digital.



El aparato está diseñado para funcionar una alimentación de 5v. Esto significa que un cable USB conectado a un ordenador o a un enchufe será suficiente. El software de adquisición de datos sólo funciona a través del ordenador, por lo que la configuración recomendada es tener el USB enchufado al ordenador que está ejecutando el software. Sin embargo, si desea realizar el experimento sin el software, tendrá que conseguir un enchufe USB para el estilo de enchufe local correcto.



## Ficha 2

### Carga concentrada

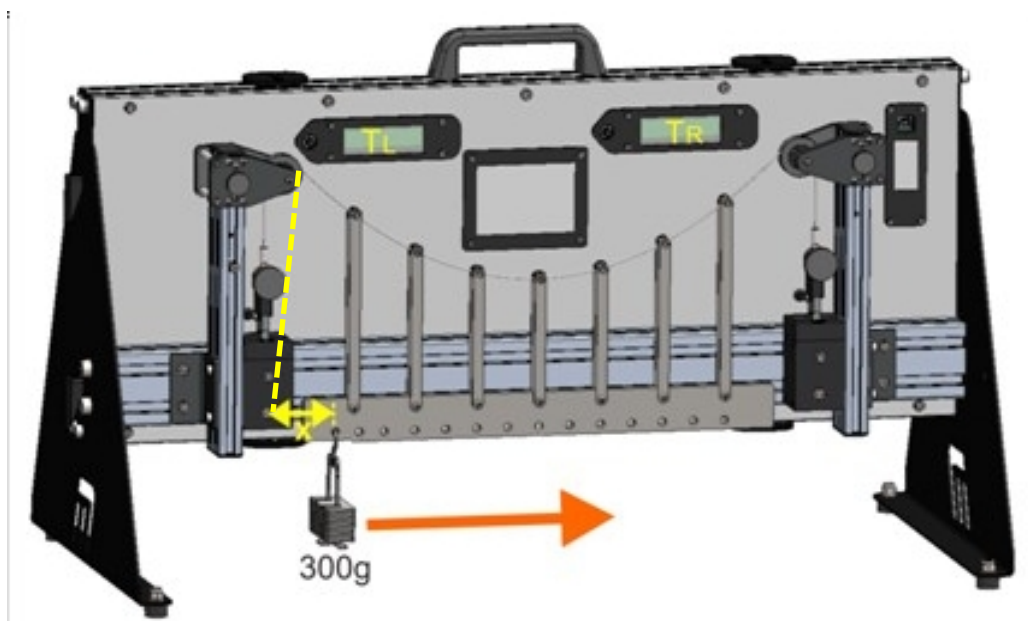
## Puente colgante



Además de soportar el peso del puente, los cables y soportes están sometidos a cargas adicionales debidas al tráfico que cruza el puente.

El efecto cambia a medida que las cargas se desplazan por el puente. Esta investigación examina el efecto de mover una sola carga.

Te toca a ti:



- Retire el puente del bastidor desenroscando los dos tornillos de mariposa.
- Pulse el botón "cero" de cada pantalla LCD para inicializar las lecturas.
- Coloque el herraje como se muestra con el puente simétrico, con una carga de 300 g, una carga concentrada, suspendida del primer punto de suspensión, en el extremo izquierdo del puente.
- Mida la distancia,  $x$ , desde el punto izquierdo donde el cable sale de la polea hasta el punto punto de suspensión. Cada orificio debe tener una separación de 25 mm.
- Medir las tensiones  $T_L$  y  $T_R$ .
- Mide los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , entre el cable y la horizontal, utilizando el método desarrollado en la Introducción.
- Desplace la carga de 300 g a lo largo del tablero del puente hasta el siguiente punto de suspensión y repita este procedimiento.
- Continúe así hasta que la carga alcance el centro del tablero del puente.
- Anota todas las mediciones en el Student Handout.

### Y qué:

Utiliza tus resultados para trazar un gráfico que muestre cómo varían  $T_L$  y  $T_R$  con la distancia  $x$  a medida que la carga se desplaza hacia el centro del tablero del puente.

(Por simetría, el comportamiento de estas tensiones cuando la carga está situada en la mitad del tablero del puente produciría una imagen especular de este gráfico).

### Desafío:

El puente está en equilibrio estático.

Esto significa que todas las fuerzas verticales se anulan, todas las fuerzas horizontales se anulan y el momento total de todas las fuerzas sobre cualquier punto del puente es cero.

En el Student Handout:

- utilice esta información para obtener fórmulas que le permitan calcular los valores *teóricos* de la tensión en el cable para las distintas posiciones de carga;
- añada estos valores al gráfico elaborado a partir de tus resultados y traza curvas suaves a través de ellos para mostrar la variación teórica de  $T_L$  y  $T_R$  con la distancia  $x$ .





### Y qué:

#### Una predicción:

El UDL simulado que se acaba de probar se comporta como una carga puntual concentrada de  $7 \times 60 = 420 \text{ g}$  colocada en el centro del puente.

### Desafío:

#### 1. Probar la predicción

- Retire el puente y ponga a cero los LCD de la forma habitual.
- Coloca los herrajes como se muestra en el diagrama con una sola carga de 420 g colocada en el centro del puente.



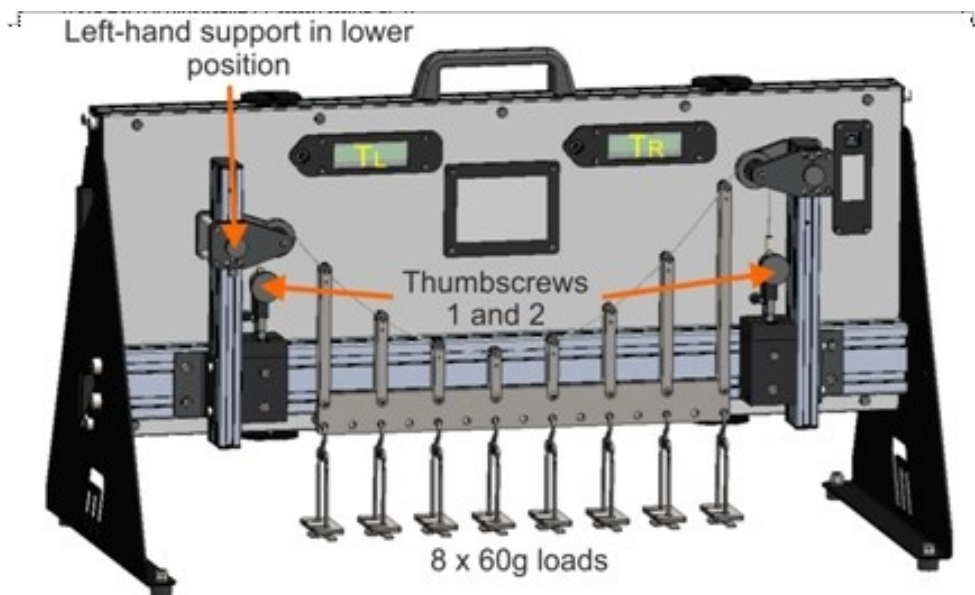
- Observa los valores de las tensiones  $T_L$  y  $T_R$ .
- Mide los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , entre el cable y la horizontal.
- Anota todas las mediciones en el Student Handout.
- Comenta en qué medida tus resultados apoyan la predicción.
- Sugerir posibles fuentes de error.

#### 2. Repita la investigación con otros valores de UDL.

- Anota todas las mediciones en el Student Handout.

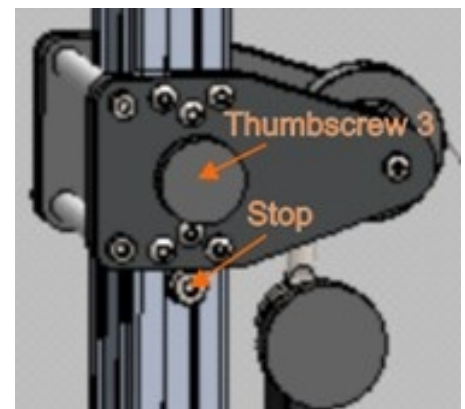
La geografía o la geología local influyen a menudo en el diseño de los puentes y pueden requerir una solución asimétrica. Las torres que sostienen el puente colgante de Clifton, por ejemplo, son desiguales en altura. Además, el que aparece a la izquierda en la imagen se asienta sobre una estructura de arenisca de mayor tamaño. Esta hoja de ejercicios investiga el resultado de esta asimetría

Te toca a ti:



Realice los siguientes cambios en el hardware:

1. Retire el puente simétrico:
  - Desenrosque y retire los tornillos de mariposa 1 y 2.
  - Separe el puente simétrico.
2. Baje el soporte izquierdo:
  - Afloje y baje el tope.
  - Retire el tornillo de mariposa 3 y baje el soporte.
  - Fije el tornillo de mariposa en el orificio dejado por el tope.
3. Conecta el puente asimétrico a los soportes:
  - Reinicie las pantallas LCD;
  - Sujetando el puente asimétrico en su posición, enrosque los tornillos de mariposa 1 y 2 a través de los ojos situados en los extremos del cable del puente y atorníllelos en su posición.



### Hasta la vista.....

#### 1. Puente descargado:

- Mide y anota las tensiones  $T_L$  y  $T_R$  y los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  entre el cable y la horizontal, en los dos extremos.

Compara ahora el efecto de los dos tipos de carga:

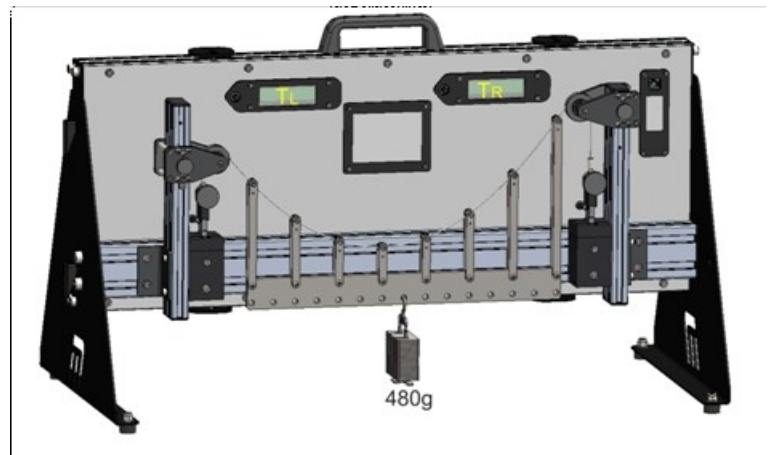
#### 2. UDL:

Los ocho colgadores de carga, repartidos a lo largo del tablero del puente, simulan una carga uniformemente distribuida.

- Mide las tensiones  $T_L$  y  $T_R$  y los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , entre el cable y la horizontal.
- Anota estas medidas en el Student Handout.

#### 3. Carga concentrada:

- Retire los ocho ganchos de carga y el puente.
- Ponga a cero las pantallas LCD.
- Sustituye el puente asimétrico y suspende una sola carga de 480 g en su centro.
- Una vez más, mide las tensiones  $T_L$  y  $T_R$  y los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , entre el cable y la horizontal y anótalos en la Hoja del alumno.



### Desafíos:

En el Student Handout:

1. realiza cálculos para mostrar cómo se pueden utilizar estas lecturas para calcular el peso del puente y comenta tu resultado;
2. compare los resultados para el UDL y la carga concentrada y comente la comparación.

**Folleto  
para el  
alumno**

**Ficha 1 - Puente sin carga**

Peso del puente sin carga= .....

Tensión  $T_L$  medida en el extremo izquierdo del cable portante = ..... Tensión  $T_R$  medida en el extremo derecho del cable portante= ..... Ángulo  $\alpha$  entre el extremo izquierdo del cable y la horizontal = .....

Ángulo  $\beta$  entre el extremo derecho del cable y la horizontal= .....

Componente vertical  $V_L$  de la tensión del cable en el extremo izquierdo=  $T_L \times \sin \alpha$   
= .....

Componente vertical  $V_R$  de la tensión del cable en el extremo derecho=  $T_R \times \sin \beta$   
= .....

$V_L + V_R =$  .....

**Desafío:**

Comenta la comparación entre el peso del puente y la suma de estos componentes verticales.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

¿Cuáles las posibles fuentes de error?

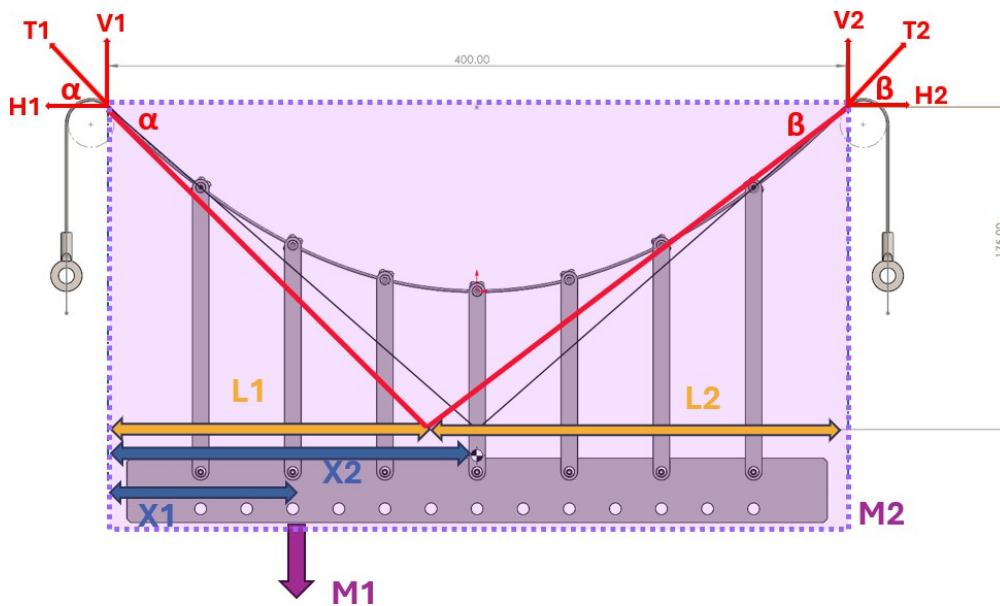
.....  
.....  
.....  
.....

Ficha 2 - Carga concentrada

Posición de carga	Distancia x	Ángulo $\alpha$	Ángulo $\beta$	Medido		Teoría	
				Tensión $T_L$	Tensión $T_R$	Tensión $T_L$	Tensión $T_R$
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Valores teóricos:

- Utilice las fórmulas siguientes para calcular los valores teóricos de  $T_L$  y  $T_R$  para las distintas posiciones de carga:



$$L_1 = \frac{x_1 m_1 + x_2 m_2}{m_1 + m_2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{y}{L_1} \right)$$

$$\beta = \tan^{-1} \left( \frac{y}{L_2} \right)$$

$$V_1 = (m_1 + m_2) \frac{L_2}{L_1 + L_2}$$

$$V_2 = (m_1 + m_2) \frac{L_1}{L_1 + L_2}$$

$$T_1 \sin \alpha = V_1$$

$$T_2 \sin \beta = V_2$$

$$T = \frac{\left(\frac{w}{L_0}\right)L}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{L}{4h}\right)^2}$$

Ficha 2 - Carga concentrada

Desafío:

- Obtenga fórmulas que le permitan calcular los valores teóricos de  $T_L$  y  $T_R$  para las diferentes posiciones de carga:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

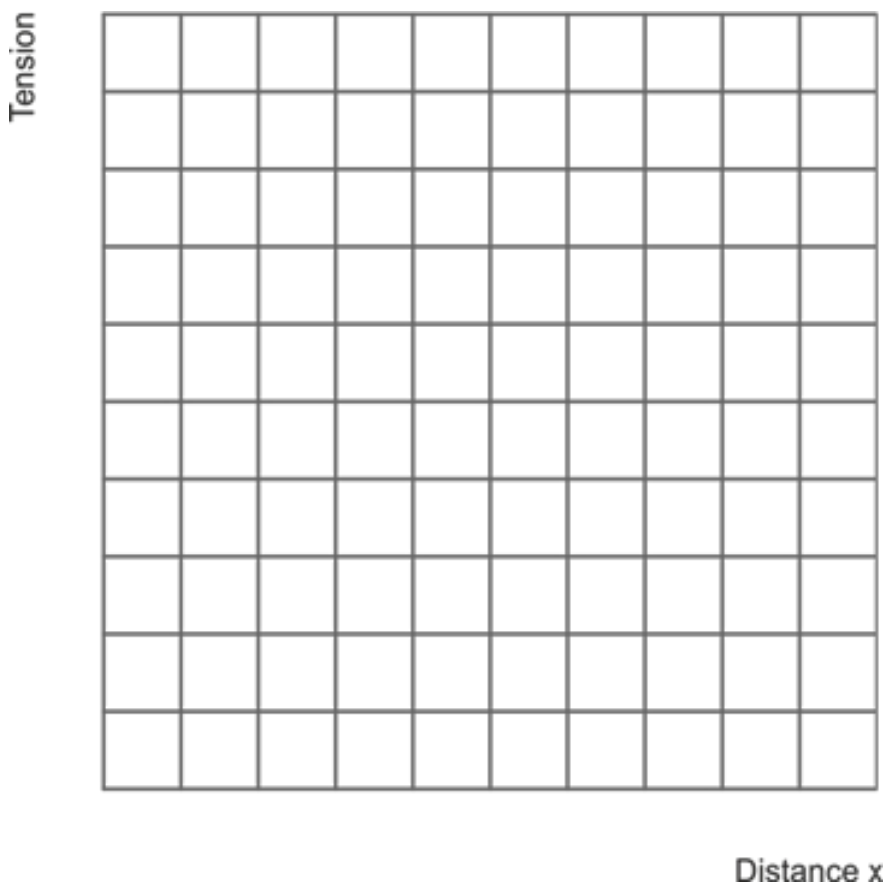
.....

.....

- Introduzca estos valores calculados en las dos últimas columnas de la tabla anterior.

Ficha 2 - Carga concentrada .....

- Utiliza tus medidas para trazar un gráfico que muestre cómo varían  $T_L$  y  $T_R$  con la distancia  $x$  a medida que la carga se desplazaba hacia el centro del tablero del puente.
- Añade escalas adecuadas.
- Rotula claramente las curvas para identificar  $T_L$  y  $T_R$ .



Desafío .....

- Añade los valores teóricos de tensión al gráfico y traza curvas suaves a través de ellos para ilustran la variación de los valores calculados de tensión con la distancia.
- Etiqueta estas curvas como  $T_L'$  y  $T_R'$ .



**Ficha 3 - UDL**

**Con el UDL:**

Tensión  $T_L$  medida en el extremo izquierdo del cable portante = ..... Tensión  $T_R$  medida en el extremo derecho del cable portante= ..... Ángulo  $\alpha$  entre el extremo izquierdo del cable y la horizontal = .....  
Ángulo  $\beta$  entre el extremo derecho del cable y la horizontal= .....

**Desafío 1:**

**Con carga puntual concentrada de igual peso total colocada en el centro del puente:** Tensión  $T_L$  medida en el extremo izquierdo del cable portante = ..... Tensión  $T_R$  medida en el extremo derecho del cable de soporte= ..... Ángulo  $\alpha$  entre el extremo izquierdo del cable y la horizontal = .....  
Ángulo  $\beta$  entre el extremo derecho del cable y la horizontal= .....

Comente la comparación entre estas dos situaciones.

.....  
.....  
.....

Identifique algunas fuentes probables de error.

.....  
.....  
.....

**Desafío 2:**

Describa otras investigaciones que haya realizado y comente los resultados.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Ficha 4 - Puente asimétrico**

Peso del puente asimétrico sin carga= .....

**Descargado:**

Tensión  $T_L$  en el extremo izquierdo del puente= .....

Tensión  $T_R$  en el extremo derecho del puente= .....

Ángulo  $\alpha$ = .....

Ángulo  $\beta$ = .....

**UDL:**

Tensión  $T_L$  en el extremo izquierdo del puente= .....

Tensión  $T_R$  en el extremo derecho del puente= .....

Ángulo  $\alpha$ = .....

Ángulo  $\beta$ = .....

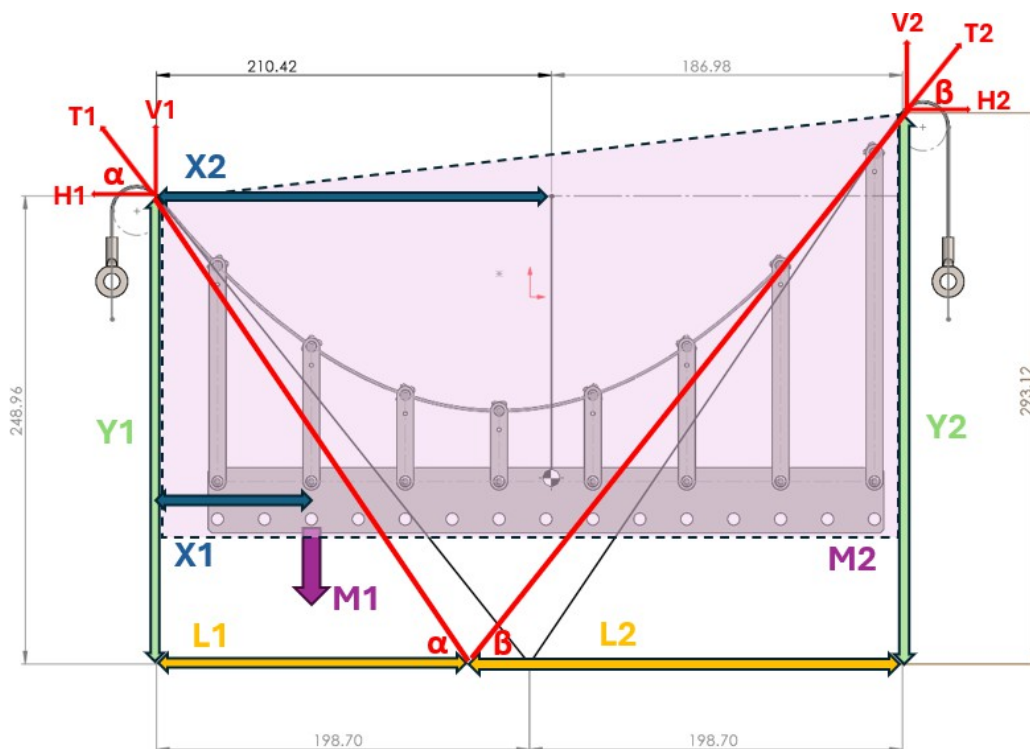
**Carga concentrada:**

Tensión  $T_L$  en el extremo izquierdo del puente= .....

Tensión  $T_R$  en el extremo derecho del puente= .....

Ángulo  $\alpha$ = .....

Ángulo  $\beta$ = .....



$$T_1 = \left(\frac{w}{L_0}\right) L_1 \sqrt{1 + \left(\frac{L_1}{2h_1}\right)^2}$$

$$T_2 = \left(\frac{w}{L_0}\right) L_2 \sqrt{1 + \left(\frac{L_2}{2h_2}\right)^2}$$

**Desafíos:**

1. Utiliza tus lecturas para calcular el peso del puente y comenta el resultado:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

2. Compare los resultados para la carga UDL y la carga concentrada y comente esta comparación:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....