

P1 El lanzamiento del Pabellón-Puente

El *Pabellón-Puente*, uno de los edificios emblemáticos de EXPO 2008, es un amplio espacio expositivo sobre el Ebro, diseñado por la prestigiosa arquitecta iraquí Zaha Hadid. Su construcción ha supuesto un enorme reto tecnológico, ya que su total falta de simetría ha obligado a diseñar por separado cada una de sus piezas metálicas. Una mitad del puente ha sido construida *in situ* aprovechando una pequeña isla natural en el cauce del río. La otra mitad se ha hecho en tierra firme, en la ribera derecha, de forma que una vez terminada ha sido preciso “lanzarla” para ensamblarla con la primera mitad.

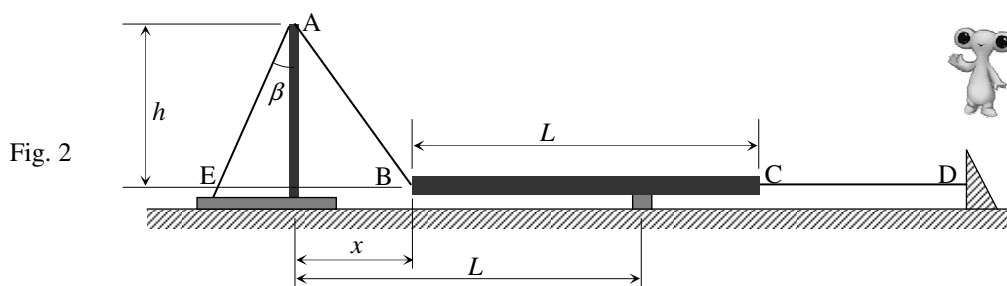
La fotografía de la figura 1.a muestra el inicio del lanzamiento. Puede apreciarse a la izquierda la gran estructura provisional levantada para realizar el lanzamiento. En la figura 1.b se ve la parte delantera del puente que está siendo lanzado. La figura 1.c corresponde al final del lanzamiento, con las dos mitades del puente preparadas para su unión. (Las fotografías son cortesía de EXPO 2008).



El complejo proceso del lanzamiento del puente, maniobra sin precedentes, se llevó a cabo muy lentamente, de forma que en todo momento se pudiese considerar en equilibrio estático. En Física este tipo de proceso se denomina *cuasiestático*.

Para realizar un estudio preliminar se recurre, como también es habitual en Física, a un *modelo* simplificado. Con este modelo se pueden hacer cálculos estimativos, que son el objeto de este problema.

En el modelo que se presenta (figura 2) se considera al puente como una barra homogénea de longitud L y masa M , que se apoya sin rozamiento sobre una base fija, que constituye el estribo derecho del puente. Así mismo, se considera que la estructura provisional es un poste vertical rígido de altura h , apoyado en lo que será el estribo central. De este poste se tienden dos cables, uno AE de longitud fija, hacia una sujeción provisional y el otro AB, hacia la barra. Acortando lentamente este último cable, la barra se desplaza hacia la izquierda. Para que en todo momento se conserve el equilibrio es necesario un tercer cable CD prácticamente horizontal, que une la parte derecha de la barra con otro soporte fijo. Lógicamente, el desplazamiento de la barra exige que la longitud de este tercer cable aumente.



Utilizando este modelo, responde a las siguientes cuestiones:

- Determina las tensiones T_1 y T_2 en cables AB y CD cuando la distancia del extremo B de la barra a la columna es x . Puede despreciarse el rozamiento entre la barra y el soporte.
- Dibuja de forma aproximada la grafica de T_2 en función de x , desde $x = 0$ hasta $x = L/2$, y determina la distancia x_m para la cual la tensión T_2 es máxima, así como la expresión del valor máximo T_{2max} de dicha tensión.
- Si $M = 2,2 \cdot 10^6$ kg , $L = 120,0$ m y $h = 40,0$ m , calcula el valor de T_{2max} .
- Si $\beta = 30^\circ$, determina y calcula el valor de la tensión del cable AE, T_{3max} , cuando T_2 es máxima. Supón que la fuerza de reacción del suelo sobre el poste es vertical.