

# ESTRUCTURAS



## Índice

- 1 Definición
- 2 Nuestro principal rival: Las fuerzas
- 3 Luchando por resistir: Las estructuras
  - 3.1 Estabilidad
  - 3.2 Resistencia
  - 3.3 Rigidez
- 4 Tipos de estructuras
  - 4.1 Masivas
  - 4.2 Arcos, Bóvedas y Cúpulas
  - 4.3 Entramadas
  - 4.4 Trianguladas
  - 4.5 Puentes
- 5 Cimentación.
- 6 Forma y función.
- 7 Actividades
- 8 Proyecto de estructuras

# 1 Definición

Si nos fijamos en la etimología (estudio del origen de las palabras) de Estructura:

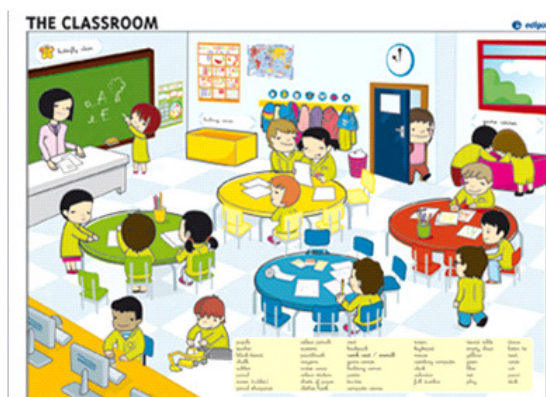
**Estructura** (del latín *structūra*) es la disposición y orden de las partes dentro de un todo.

Vemos que en una estructura van a ser tan importantes los elementos que la componen como su disposición (ubicación, colocación) y el orden en el que se encuentran.

Podemos hablar de la Estructura de casi todas las cosas.

Por ejemplo, *La estructura de una clase* serían los alumnos/as, el profesor/a, las sillas, las mesas, la pizarra y también, y muy importante, la forma en que están colocadas.

Seguro que recuerdas que cuando tenías 4 o 5 años las sillas y las mesas de las clases no estaban colocadas como suelen estarlo en un instituto. La forma de colocar las sillas y las mesas en un aula está muy relacionada con cómo se trabaja en ese aula. De la misma manera como coloquemos los elementos (la disposición) y el orden en el que los coloquemos va a influir en la forma de trabajar de cualquier otra Estructura.



En este tema vamos a centrarnos en las estructuras que tienen como principal objetivo resistir las **fuerzas físicas** a las que van a estar sometidas.

Como nuestro rival en esta “lucha” son las fuerzas físicas, lo primero que tenemos que hacer es conocerlas bien para saber cómo podremos conseguir que nuestras estructuras sean capaces de resistirlas.

## 2 Nuestro principal rival: Las fuerzas

Todos los objetos del Universo están sometidos a la acción de fuerzas.

Definimos **fuerza** como toda causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo o de deformarlo.

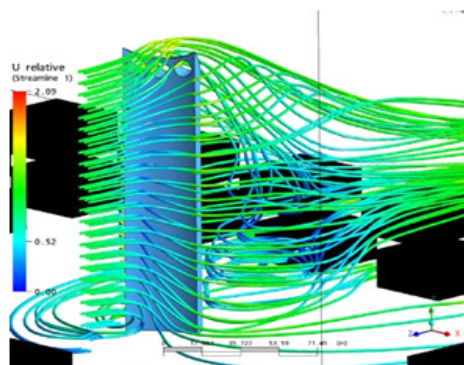
Estas **fuerzas** o cargas se clasifican según su duración en:

- Fijas o permanentes. siempre están presentes y la estructura tendrá que soportarlas en todo momento.

Por ejemplo: el peso de un edificio, del cuerpo o de un tronco.

- Variables o intermitentes. pueden aparecer o desaparecer en función de las condiciones externas a la estructura.

Por ejemplo: la acción del viento, nieve.



Otra clasificación muy importante de las fuerzas es la que las diferencia en función de cómo actúan:

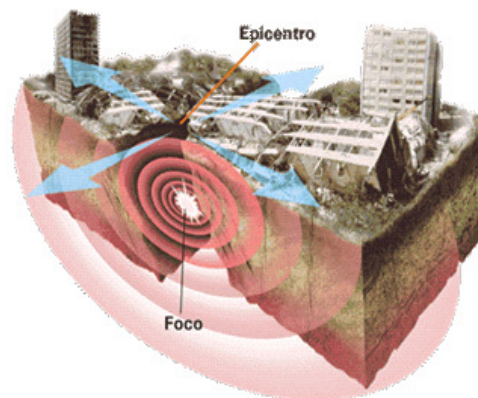
- Fuerzas estáticas. La variación de la intensidad, lugar o dirección en la que actúa la fuerza no cambia o cambia muy poco en periodos cortos de tiempo.

Por ejemplo: el peso de un edificio, nieve.

- Fuerzas dinámicas. Las fuerzas que actúan sobre la estructura cambian bruscamente de valor, de lugar de aplicación o de dirección.

Por ejemplo: terremotos, impactos bruscos...

Las fuerzas dinámicas son muy peligrosas para las estructuras. En las zonas del planeta donde hay riesgos de que se produzcan terremotos, es muy importante tenerlos en cuenta a la hora de calcular la resistencia de las estructuras.



De nuestro rival, las fuerzas, será muy importante conocer dos cosas:

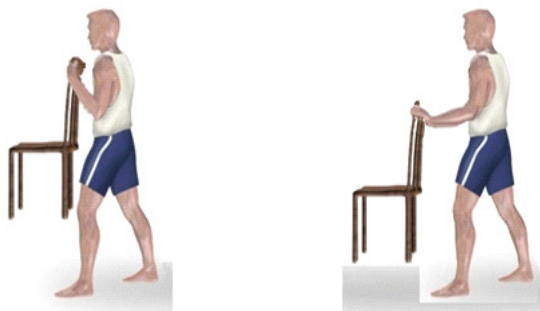
- El valor de la fuerza (si es muy grande o muy pequeña)
- El lugar donde esa fuerza se está ejerciendo.

Esto segundo, el lugar de aplicación de la fuerza, por extraño que parezca, en ocasiones es incluso más importante que el tamaño de la fuerza. Para comprobarlo podemos hacer el siguiente experimento:

Se trata de intentar sujetar, con un solo brazo, durante el mayor tiempo posible una silla de la clase. Primero con el brazo totalmente extendido y después con el brazo pegado al cuerpo.

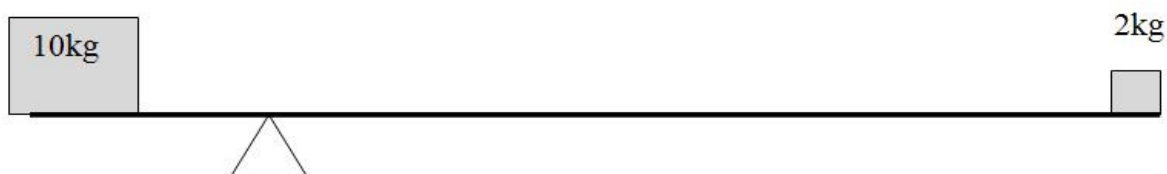
El peso de la silla y por tanto la fuerza (permanente) de la silla (debida a la gravedad de la tierra que la atrae hacia su centro) es la misma en los dos casos. Pero su efecto sobre la estructura, que en este caso es nuestro cuerpo, es muy diferente.

Lo que acabas de experimentar se denomina en cálculo de estructuras: **momento** de una fuerza, y es la magnitud física que se utiliza para calcular el efecto de una fuerza teniendo en cuenta el lugar donde se está aplicando.



Tal vez estás preguntándote porque ocurre esto. La respuesta no es sencilla. Simplemente podríamos decir que así es el planeta y, por lo que sabemos, también el universo en el que vivimos. Pero no hay que pensar en el momento de una fuerza como un obstáculo, como si fuese un problema. Todo lo contrario, podemos aprovechar el **momento de las fuerzas** a nuestro favor para levantar grandísimos pesos con menos esfuerzo. Hasta el punto de que se cuenta que hace ya más de 2000 años el científico Arquímedes, dijo que sería capaz de mover el mundo entero si le daban un punto de apoyo.

La forma más sencilla de aplicar a nuestro favor la característica del momento de las fuerzas es mediante una palanca. En el ejemplo puedes ver como una masa de 2kg puede estar en equilibrio con otra de 10kg simplemente porque la de 2kg está alejada 5 metros ( $2\text{kg} \times 5\text{m} = 10\text{kg m}$ ) y la de 10kg está alejada del punto de apoyo solo 1 metro ( $10\text{kg} \times 1\text{m} = 10\text{kg m}$ ). Las dos fuerzas producen un momento de 10kg m.



## 3 Luchando por resistir: Las estructuras

Podemos hacer una clasificación de las **estructuras** en:

- Naturales: Han sido “fabricadas” por la naturaleza a lo largo de miles de años de evolución.

Por ejemplo: esqueleto, caparazón de un crustáceo, tronco y ramas de un árbol.

- Artificiales: son creadas por el ser humano.

Por ejemplo: las vigas de un edificio, patas de una mesa, puente, grúa.

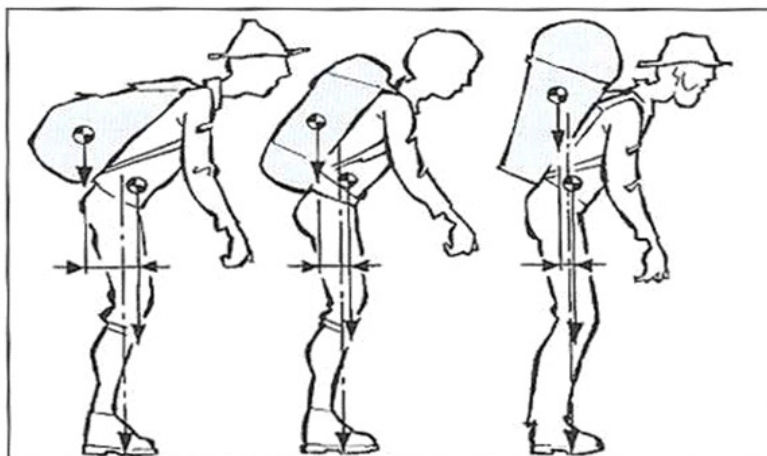
Las condiciones que debe cumplir una estructura son:

- A. Estabilidad (que no vuelque)
- B. Resistencia (que no se rompa)
- C. Rigidez ( que no se deforme)

### 3.1 Estabilidad

Un objeto es tanto más estable cuanto más cerca se encuentra su centro de gravedad del suelo y cuanto mayor es su base.

El centro de gravedad está muy relacionado con lo que hemos llamado **momento** de las fuerzas. Cuanto menor es la distancia del centro de gravedad al centro de la estructura mucho más fácil será resistir la fuerza. Algo que puedes aplicar incluso en tu vida diaria:



*Cuanto más cerca del centro de gravedad corporal se encuentre la carga, más fácil será llevar la mochila.*

En las estructuras para conseguir estabilidad buscamos centrar las masas y acercarlas al suelo, algunas soluciones para dar estabilidad a una estructura:



### 3.2 Resistencia

Una estructura es resistente cuando es capaz de aguantar, de soportar, los **esfuerzos** a los que se ve sometida.

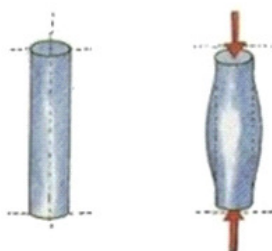
Lógicamente las responsables de esos esfuerzos son las fuerzas y los momentos de esas fuerzas. Cuando las fuerzas actúan sobre las estructuras pueden hacerlo de diferentes maneras producción esfuerzos de: tracción, compresión, flexión, torsión, cizalla y pandeo. Vamos a estudiar un poco más en detalle cada una de estas formas que tienen de actuar las fuerzas sobre las estructuras.

Tipos de esfuerzos:

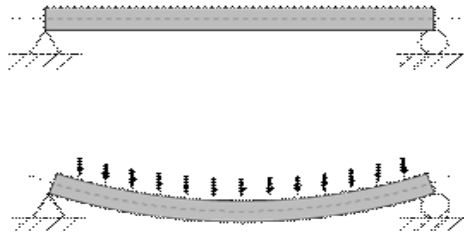
**Tracción:** Consiste en dos fuerzas en la misma dirección y de sentidos contrarios que tienden a estirar el objeto. Ej. Cuerpo colgado de un cable, cuerda tirada por dos extremos



**Compresión:** Como la anterior, consiste en dos fuerzas en la misma dirección y distinto sentido pero que tienden a reducir la longitud del objeto. Ej. Pilar o columna, pata de una silla, apretar un balón.



**Flexión:** Esfuerzo resultante de fuerzas que se aplican perpendicularmente al eje principal del objeto. La flexión produce compresión en la parte cóncava del elemento y tracción en la opuesta, la convexa. Ej. estantería, puente, viga



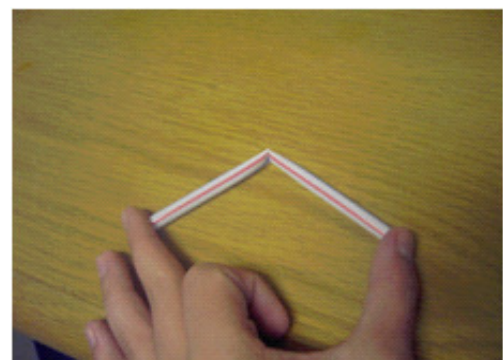
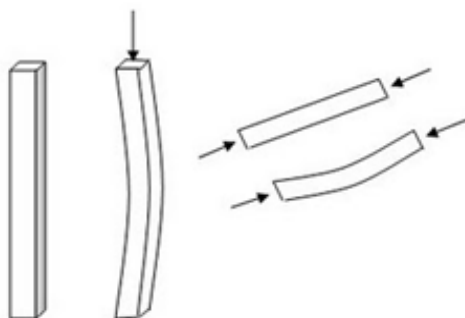
**Torsión:** Fuerzas que tienden a retorcer el objeto .Ej. escurrir un trapo



**Cizalla:** Dos fuerzas aplicadas en sentidos contrarios casi en la misma vertical que tienden a cortar el objeto. Ej. tijeras



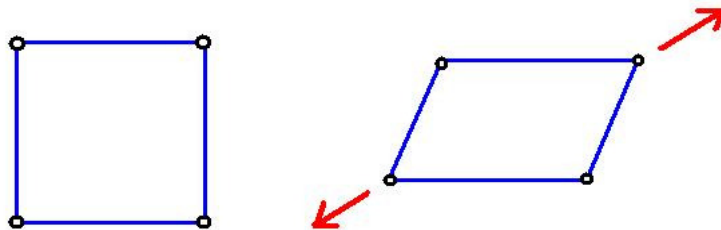
**Pandeo:** Es un tipo especial de compresión en el que la estructura es muy larga en relación a su anchura. Al deformarse la estructura su centro de gravedad se aleja del eje central, aumentando el momento de la fuerza y disminuyendo su resistencia. Ej. Cuando doblamos una pajita comprimiéndola por sus extremos.



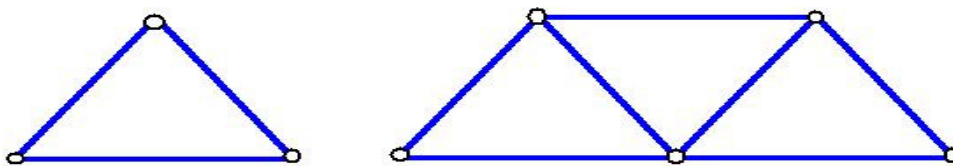
### 3.3 Rigidez

Para conseguir la rigidez de una estructura (que no se deforme), los perfiles deben disponerse formando celdillas triangulares. Para ello se pueden emplear cables, tensores y escuadras.

Una estructura, como la de la figura, compuesta por 4 barras es una estructura fácilmente deformable.



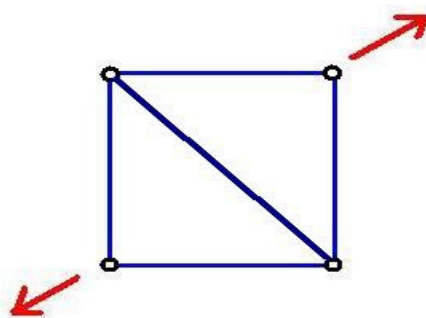
Sin embargo una estructura compuesta por 3 barras no puede deformarse y es por eso que la mayoría de las estructuras metálicas están compuestas por estructuras trianguladas.



No se deforma

Triangulación: da rigidez, no se deforma

Como puedes ver en la siguiente imagen la triangulación impide que la estructura pueda deformarse. La barra central impide que la estructura se deforme.





## 4 Tipos de estructuras

Al describir los diferentes tipos de estructuras aprovecharemos para conocer algunas **Estructuras Imprescindibles**. No están en esta breve lista todas las que son imprescindibles, pero si son imprescindibles todas las que están. Con imprescindibles no se pretende decir que sean necesarias para respirar, se puede vivir sin conocerlas, pero seguro que conocerlas y si es posible visitarlas/vivirlas en ocasiones suponen un impacto tan grande para quien las admira que puede significar un antes y un después en la vida de una persona.

### 4.1 Masivas

Emplean elementos muy pesados: piedras, arcillas, maderas, y apenas tienen huecos. Los elementos que las componen trabajan a compresión.

Algunos ejemplos:



Pirámides de Egipto



Pirámide Teotihuacán, Méjico

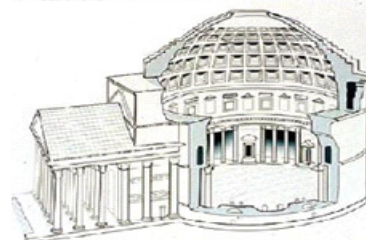
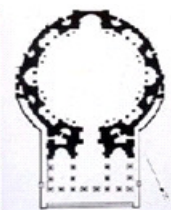
### 4.2 Arcos, Bóvedas y Cúpulas

Sus elementos trabajan a compresión. Su principal finalidad es la de cubrir un espacio, entre dos muros en el caso de las bóvedas o entre 4 o más en el de las cúpulas.

Algunos ejemplos:

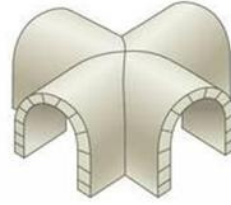
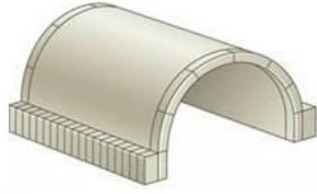


(Arcos) Acueducto de Segovia, España



(Cúpula) Panteón, Roma, Italia

Bóveda de cañón.  
(Románico)



Bóveda de arista.  
(Románico)

Bóveda de crucería.  
(Principio del Gótico)



Bóveda estrellada.  
(Gótico)

### 4.3 Entramadas

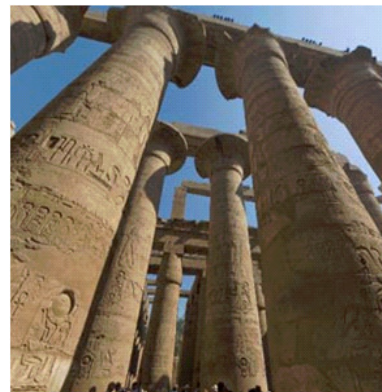
Combinan elementos como las vigas, pilares y columnas. De madera, acero, hormigón.

Pilares: Elementos resistentes dispuestos en posición vertical, que soportan el peso de los elementos que se apoyan sobre ellos. Cuando presentan forma cilíndrica se les denomina columnas.

Vigas: Elementos colocados normalmente en posición horizontal que soportan la carga de la estructura y la transmiten hacia los pilares.



Partenón, Atenas, Grecia



Templo de Karnak, Egipto



Villa Savoye,  
París, Francia



## 4.4 *Trianguladas*

A menudo nos encontramos estructuras que se hayan formadas por un conjunto de perfiles agrupados geoméricamente formando una red de triángulos, son las denominadas cerchas. Las vemos en construcciones industriales, grúas, gradas metálicas, postes eléctricos, etc.



Torre Eiffel, París, Francia



Pabellón Estados Unidos, Expo Montreal 1967

## 4.5 *Puentes*



*Puente colgante, Golden Gate, San Francisco*



*Puente atirantado, El Alamillo, Sevilla.*



*Puente piedra, Puente Romano, Merida*



*Puente ménsula, Puente ferroviario, Forth.*

# Actividades

- 1.\_ ¿Qué es una fuerza?
- 2.\_ Diferencia entre cargas permanentes y variables. Pon dos ejemplos de cada una.
- 3.\_ Enumera cuatro cargas que puedan actuar sobre un edificio. Di cuáles son fijas y cuáles variables
- 4.\_ ¿Qué es una estructura?
- 5.\_ Enumera tres estructuras naturales y tres artificiales.
- 6.\_ Cita los tipos de esfuerzos más comunes, explica cuándo se produce cada uno de ellos y pon un ejemplo de cada uno de ellos. Dibuja una tabla como la siguiente en tu cuaderno y complétala.

Tipo de esfuerzo	Dibujo y explicación	Ejemplo

7.- Dibuja como instalarías una tirolina que recorriese todo el patio de tu instituto e indica que tipo de esfuerzo realizaría cada parte de la estructura. Recuerda que la estructura debe estar bien anclada al suelo.

8.- De cada uno de los objetos siguientes decir a que tipo de esfuerzo están sometidos:

Llave para abrir una puerta

Papel que se corta con tijeras

Medias

Cable con lámpara colgada

Pata de una silla

Balda de una estantería

Hilo de pescar

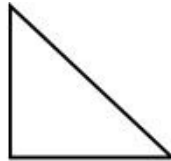
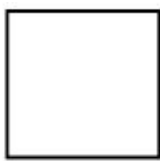
Madera que se sierra

Punta de destornillador

Una columna

9.- ¿Cuál de estas estructuras no se deforma al aplicar una fuerza sobre sus vértices?

Dibuja cómo conseguirías que las otras 3 tampoco se deformaran.



10.- ¿Cuál de las siguientes estructuras es más estable? ¿Y la más inestable? Explica brevemente el por qué.



a) La más estable es la número:                      ¿Por qué?

b) La más inestable es la número:                      ¿Por qué?

11.\_ Tipos de estructuras artificiales. Dibuja una tabla como la siguiente en tu cuaderno y complétala.

Estructuras	Materiales empleados

12.- De las siguientes estructuras, escribe a su lado si son de tipo MASIVAS, Abovedadas, ENTRAMADAS, TRIANGULADAS o COLGANTES

Centro comercial

Acueducto de Segovia

Muro de piedra

Puente de catenaria

Grúa

Catedrales antiguas

Torre de alta tensión

Noria de feria

Edificio de viviendas

Presa de un embalse