

Estructuras

1. Introducción.

Si aplastamos la goma de borrar con los dedos estamos aplicando una fuerza capaz de deformarla. Si empujamos el lápiz con un dedo, la fuerza provoca el desplazamiento del lápiz. La Tierra nos atrae con una fuerza (la de la gravedad) proporcional a la cantidad de materia (masa) de nuestro cuerpo... En el mundo existen innumerables ejemplos de lo que llamamos fuerza, pero: ¿qué es realmente una fuerza?

Una **fuerza** es todo aquello capaz de deformar un cuerpo o de modificar su estado de movimiento o reposo.

Los productos tecnológicos por sencillos que sean, han de disponer de un esqueleto o armazón que soporte su propio peso, lo proteja frente a fuerzas externas y, además, mantenga unidos todos sus elementos. Dicho de otro modo, todo objeto debe poseer una **estructura** que soporte las fuerzas a las que se ve sometido.

La **estructura** de un objeto es el conjunto de elementos que permiten, mantener su tamaño y forma (sin deformarse en exceso) cuando sobre él actúa fuerzas externas.

Por consiguiente, las funciones de una estructura son:

-  **Soportar pesos:** el peso de los elementos sobre la estructura, y el peso mismo del objeto y de la propia estructura. Ejemplo: los pilares de un puente, la estructura de un edificio, ...
-  **Resistir fuerzas externas:** la pared de una presa o dique soporta la fuerza del agua contenida, ...
-  **Mantener la forma:** evitar las deformaciones en exceso, que pueden llevar a la rotura, las estructuras deben de ser capaces de soportar pesos y resistir fuerzas sin llegar a deformarse. Ejemplo: los tirantes de un puente, ...
-  **Servir de protección:** el chasis de un automóvil protege a los pasajeros, la carcasa de un móvil protege los elementos electrónicos de su interior, ...

Las estructuras están presentes en todo lo que nos rodea pudiéndolas encontrar tanto en los seres vivos como en los objetos (caparazón de un caracol, tronco de un árbol, máquinas, muebles, edificios, etc.). De ahí que las estructuras suelen clasificarse atendiendo a su origen en:

Estructuras naturales: tanto de origen animal (nidos de aves, presas de los castores, colonias de corales, colmenas y avisperos, túneles de los topos, ratones, huevos de aves, caparazones ...); vegetal (troncos, ramas de árboles y arbustos, tallos de plantas ...); y geológico (cuevas, montañas ...).

Estructuras artificiales: creadas por el hombre: puentes, barcos, edificios, torres, carcasas, ... Estudiaremos éstas en un apartado posterior, ya que antes deberemos conocer algunos elementos arquitectónicos que nos faciliten su estudio.

2. Cargas y Esfuerzos en las Estructuras.

Las estructuras se ven sometidas a fuerzas externas, tales como pesos de objetos situados sobre ellas, su propio peso, la fuerza del viento, del oleaje, ... Así, la estructura de un edificio habrá de soportar el peso de todos los elementos del edificio (vigas, pilares, ladrillos...), el peso de las personas, los muebles, la fuerza del viento ...

A estas fuerzas externas aplicadas sobre las estructuras se les denominan CARGAS.

Las fuerzas externas que actúan sobre una estructura se denominan **cargas**.

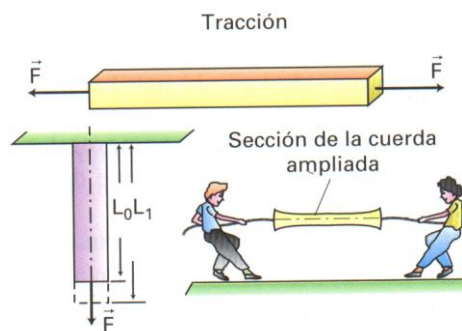
Las cargas que soportan las estructuras generan fuerzas internas en la propia estructura (tensiones), que tienden a deformarlas y/o romperlas. A estas fuerzas deformantes producidas por las cargas se las llaman esfuerzos.

Se denomina **esfuerzo** a la tensión interna que experimentan todos los cuerpos sometidos a la acción de una o varias fuerzas.

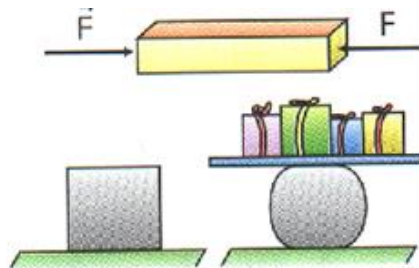
Por ejemplo, imagínate que tu compañero te tira de un dedo de la mano. Tu mano sería la estructura, mientras que la fuerza externa que hace tu compañero para estirar de ti sería la carga. El esfuerzo sería la tensión que notas en el dedo, que te causa cierta molestia. Si tu compañero hiciese mucha fuerza, el esfuerzo que sufrirías podría llegar a doblarte o romperte el dedo.

Los tipos de esfuerzo más importantes, vistos en el tema de los materiales son: tracción, compresión, flexión, torsión, y cizalla. Vamos a repasarlos:

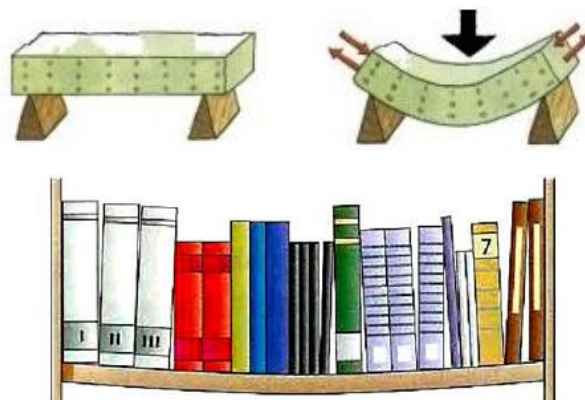
Tracción: la fuerza tiende a alargar el objeto.



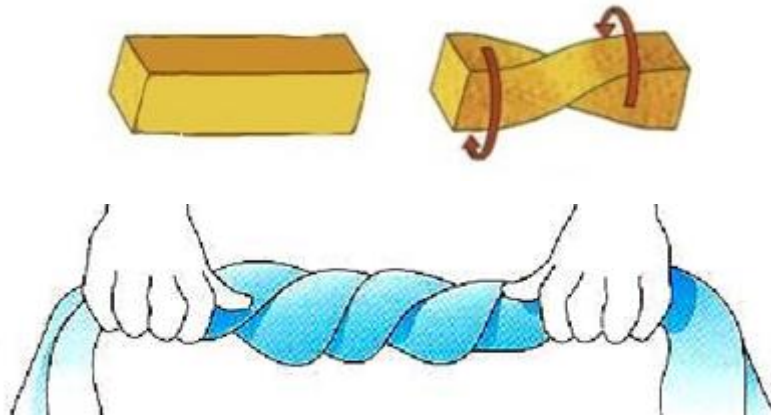
Compresión: la fuerza tiende a acortar el objeto.



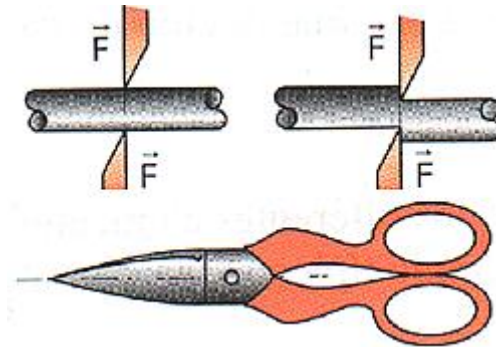
Flexión: la fuerza tiende a curvar o doblar el objeto.



Torsión: la fuerza tiende a retorcer el objeto.



Cizalla o cortadura: la fuerza tiende a cortar el objeto. En este caso la fuerza es paralela a la superficie que se rompe.



3. Propiedades Básicas de las Estructuras.

Para que una estructura realice correctamente sus funciones ha de ser **resistente** (soportar las tensiones a las que se ve sometida sin romperse), **estable** (mantenerse en su posición original sin desmoronarse o caerse al verse sometida a esfuerzos ...) y **rígida** (no se deforme ante los esfuerzos a los que se ve sometida).

La resistencia de la estructura depende de la forma de dicha estructura, del tipo (acero, hormigón, madera, papel ...) y de la cantidad de material.

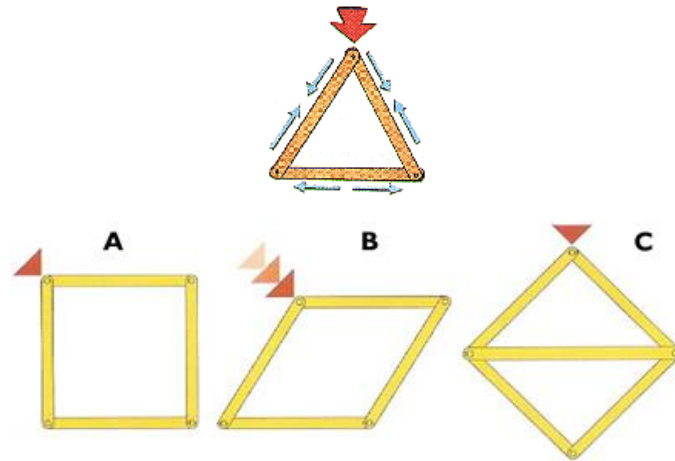
Del mismo modo, la forma de una estructura está íntimamente relacionada con la **rigidez**. Así cuanto más canto tenga una viga mayor será su rigidez.

Para aumentar la rigidez de la estructura se puede recurrir a una técnica denominada **triangulación**, asociada a aquellas estructuras de barras o perfiles (torretas de alta tensión, grúas, puentes ...).



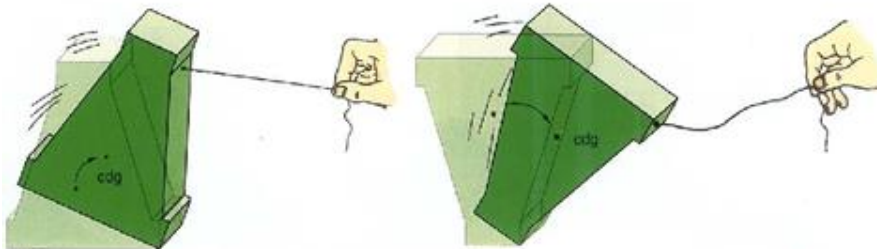
TRIANGULACIÓN

Una estructura con forma de polígono distinta al triángulo (por ejemplo, un cuadrado, figura A, figura B) se deformará al aplicarle una fuerza. El triángulo es el único polígono que no se deforma cuando se le aplica una fuerza. Por consiguiente, se puede obtener estructuras rígidas haciendo que los elementos estructurales formen triángulos indeformables (figura C). A esta operación se le denomina triangulación.



La **estabilidad** está relacionada claramente con el centro de gravedad (o punto en el que podemos representar todo el peso del objeto). En general se cumplen las siguientes normas:

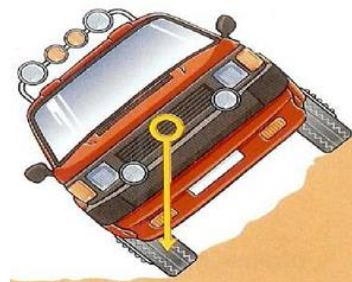
- Si la base sobre la que se apoya la estructura es grande la estructura será estable.
- Cuanto más abajo se sitúe el centro de gravedad más estable será la estructura. De ese modo se concentra casi toda la masa de la estructura cerca de la base.



- El centro de gravedad debe situarse dentro de la base. Sino es así, la estructura será INESTABLE, y por lo tanto, automáticamente volcará.



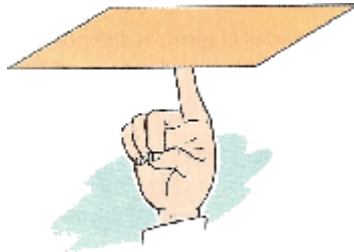
La vertical del centro de gravedad cae dentro de la base (el coche no vuelca)



La vertical del centro de gravedad cae fuera de la base (el coche vuelca)

Centro de Gravedad

El centro de gravedad de un objeto es el punto teórico en el que tendría que estar concentrada toda su masa para poder considerarlo, de forma simplificada, como un objeto sin dimensiones (un punto). Es el punto en el que se aplicaría la fuerza de gravedad, como resultante de las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas partículas que componen el cuerpo.



Por ejemplo, si quieres mantener en equilibrio el bolígrafo sobre un dedo, debes encontrar su centro de gravedad para que el bolígrafo no se incline hacia ningún lado. Igual ocurre con una carpeta, una hoja, etc.

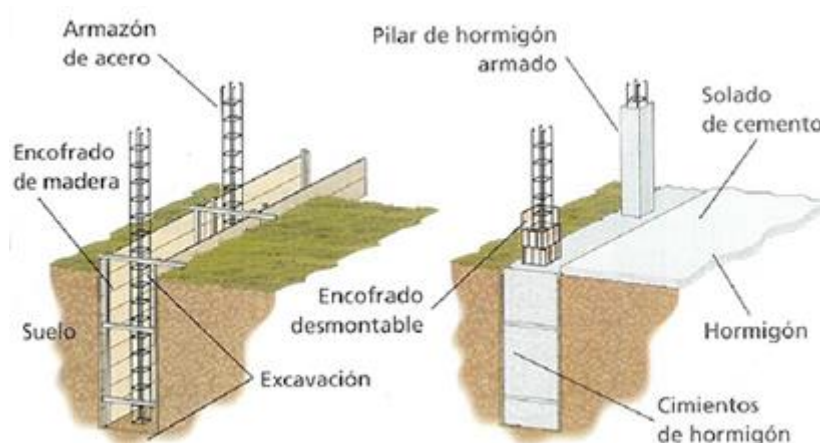
De ese modo, podremos aumentar la estabilidad (además de colocando tirantes) aumentando las dimensiones de su base o bajando su centro de gravedad.

4. Elementos Arquitectónicos.

Como ya hemos visto, la misión que ha de cumplir cualquier estructura es la de soportar los esfuerzos a que se la somete, sin romperse ni deformarse en exceso. Para ello existen una serie de elementos que forman parte de la mayoría de las estructuras y que son los encargados de darle la suficiente resistencia. Los principales son:

CIMENTOS

Es el elemento encargado de soportar y repartir en el suelo todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes.



CIMENTACIÓN

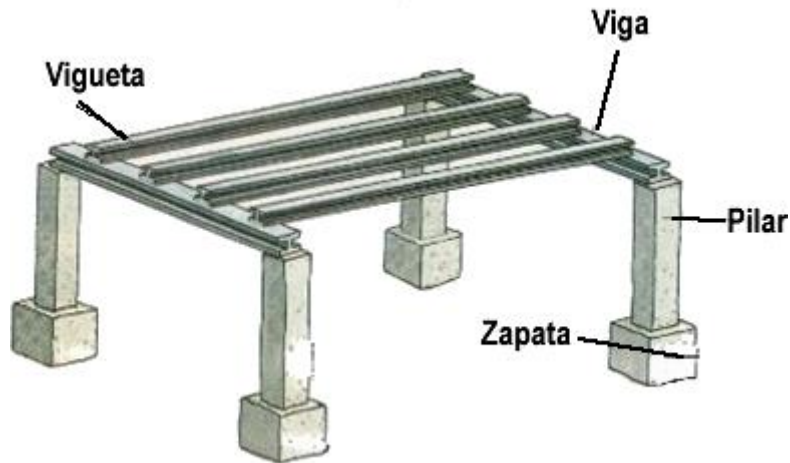
Es el conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo.

PILARES

Es un elemento estructural en forma de barra que se apoya verticalmente, cuya función es la de soportar el peso de otras partes de la estructura y transmitirla a la cimentación. Los pilares, a diferencia de la columna, tienen sección poligonal (cuadrada, rectangular...).

COLUMNAS

Pilar de sección, más o menos circular.



VIGAS

Elemento estructural con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre las columna y pilares.

VIGUETA

Elemento estructural con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre las vigas.

ZAPATA

Cubo de hormigón que aumenta la superficie de apoyo de un pilar.

DINTEL

Viga maciza que se apoya horizontalmente sobre dos soportes verticales y que cierra huecos tales como ventanas y puertas.



Crómlech de Stonehenge (Gran Bretaña)

TIRANTES

Es un elemento constructivo que está sometido principalmente a esfuerzos de tracción.



Tower Bridge (Londres)

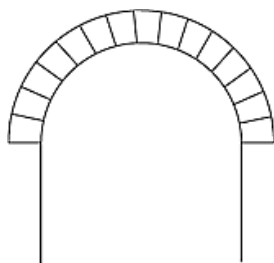
ARCO

Es el elemento estructural, de forma curvada, que salva el espacio entre dos pilares o muros. Está compuesto por piezas llamadas dovelas, y puede adoptar formas curvas diversas. Es muy útil para salvar espacios relativamente grandes con piezas pequeñas, existiendo múltiples tipos de arco.

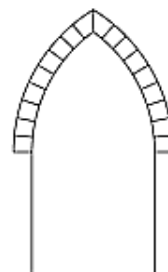


Arcos de medio punto y contrafuertes del acueducto de Elvas

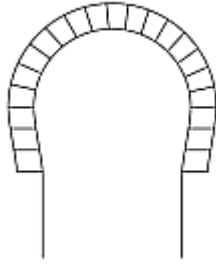
A continuación, se muestran algunos tipos de arcos:



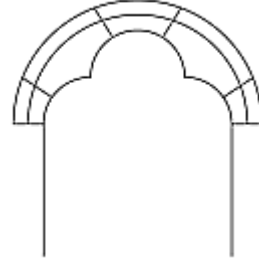
Arco de medio punto (Estilo: románico)



Arco apuntado (Estilo: gótico)



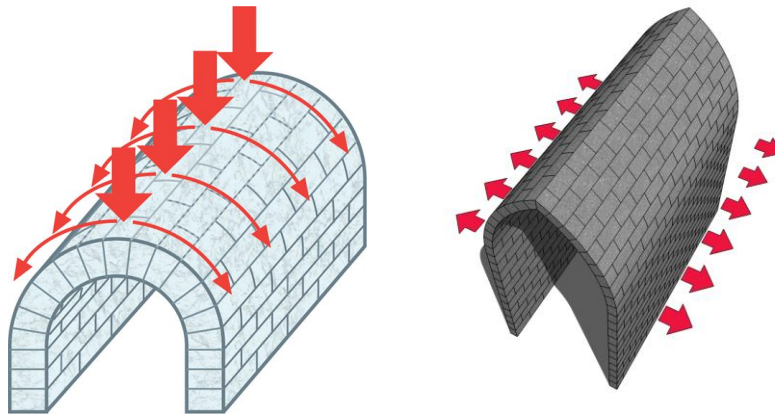
Arco de herradura (Estilo: visigodo e islámico)



Arco lobulado: (Estilo: islámico)

BÓVEDA

Es un elemento arquitectónico de forma curva, que sirve para cubrir el espacio comprendido entre dos muros o una serie de pilares alineados.



Cargas y tensiones en una bóveda

CÚPULA O BÓVEDA ESFÉRICA

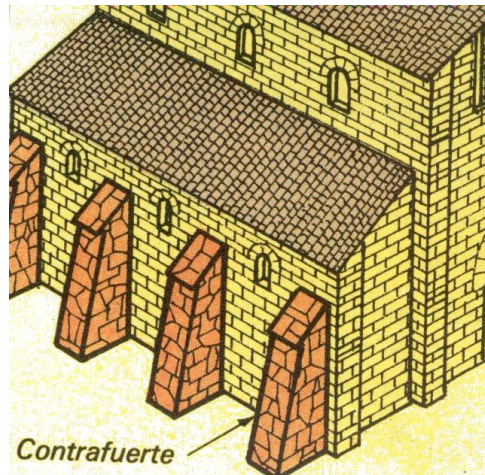
Es un elemento arquitectónico que se utiliza para cubrir un espacio de planta circular, cuadrada, poligonal o elíptica.



Cúpula de San Pablo (Londres)

CONTRAFUERTE

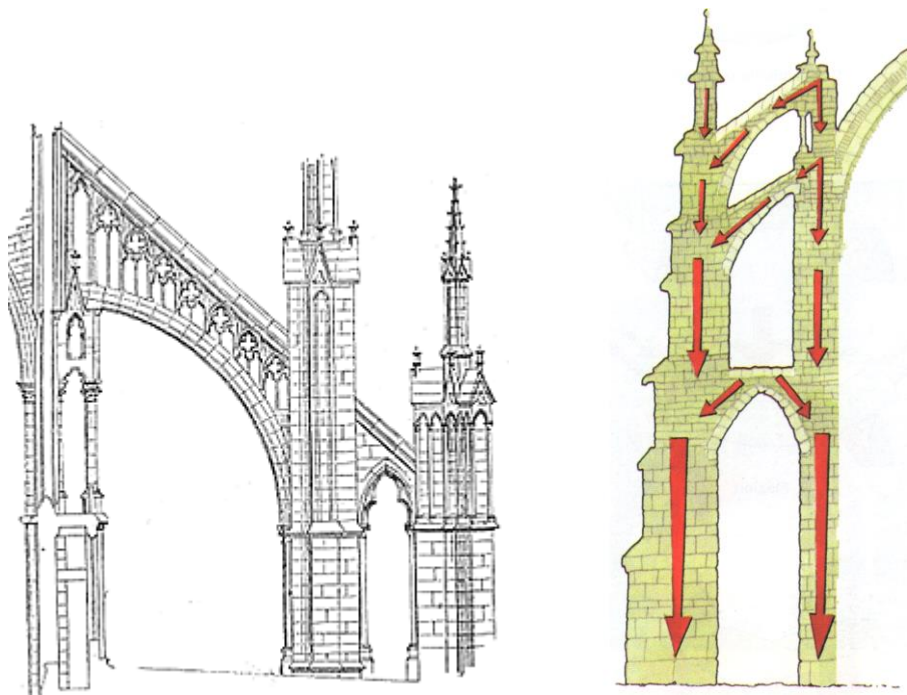
También llamado **estribo**, es un engrosamiento de un muro, normalmente hacia el exterior, usado para transmitir las cargas transversales a la cimentación.



Contrafuertes

ARCO ARBOTANTE (ARBOTANTE)

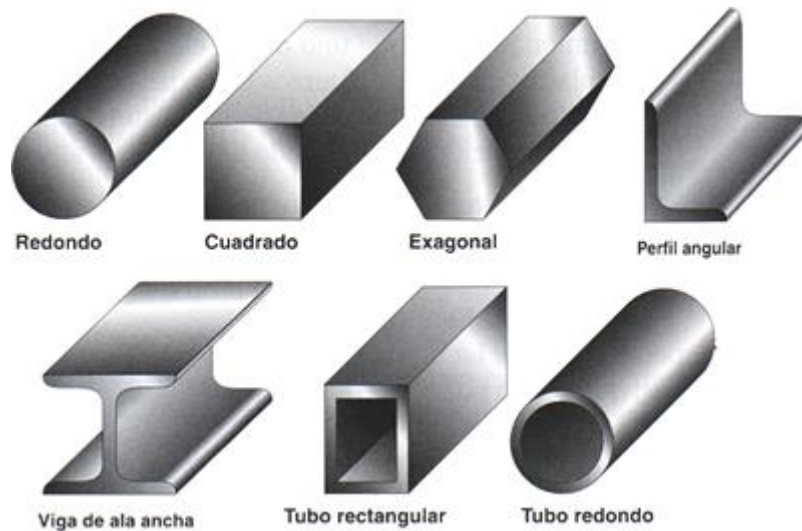
Es un elemento estructural exterior con forma de medio arco que recoge la presión en el arranque de la bóveda y la transmite a un contrafuerte, adosado al muro de una nave lateral.



Arbotantes y su función

PERFILES

Barras, normalmente metálicas, de distintas secciones que se emplean para conseguir estructuras más ligeras que soportan grandes pesos con poca cantidad de material.



Secciones de diferentes perfiles

5. Tipos de Estructuras Artificiales.

A lo largo de la historia se han empleado diferentes tipos de estructuras para las edificaciones, desde las chozas de piles, madera y piedras, hasta los castillos hinchables y cúpulas geodésicas, pasando por los acueductos, castillos, grandes catedrales, puentes colgantes ...

ESTRUCTURAS MASIVAS Y ADINTELADAS

Son estructuras muy pesadas y macizas, construidas con elementos muy gruesos, anchos y resistentes. Las primeras construcciones realizadas por el hombre se obtuvieron excavando en la roca o acumulando materiales sin dejar apenas huecos.

Ejemplos claros son las pirámides mayas y egipcias, iglesias excavadas en la roca ... Se emplearon dinteles de piedra o madera para las ventanas o pasos libres, como por ejemplo en los templos griegos.



Pirámide Maya



Partenón (Atenas, Grecia)

ESTRUCTURAS ABOVEDADAS

El descubrimiento posterior del arco y la bóveda permitió cubrir cada vez espacios mayores, aumentando los huecos de las estructuras. Con este tipo de estructuras se construyeron edificios realmente grandes, tales como catedrales, panteones, basílicas.... Los elementos arquitectónicos de este tipo de estructuras se siguen empleando actualmente.



Arcos de medio punto (arco superior) y de herradura (arco inferior) de la mezquita de Córdoba

ESTRUCTURAS ENTRAMADAS

Estructuras constituidas por barras de hormigón o acero unidas de manera rígida formando un emparrillado, donde cada elemento de la estructura tiene un cometido diferente. Son las estructuras empleadas en los edificios de bloques de pisos.



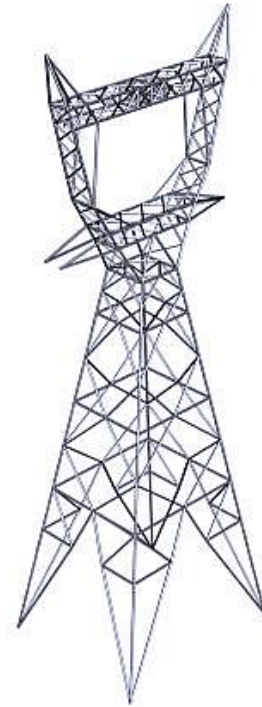
Ejemplo de Estructura Entramada

ESTRUCTURAS TRIANGULADAS

Basadas en el empleo de perfiles, normalmente metálicos, obteniéndose estructuras muy ligeras y resistentes. Ejemplos: grúas, andamios, puentes, torretas de alta tensión, ...



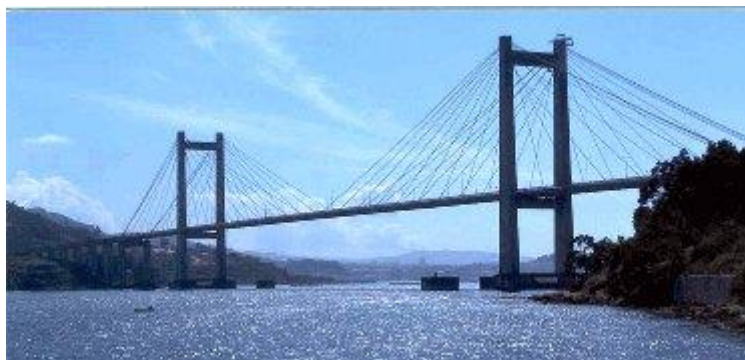
Descarga en el puerto de Marín de los trolebuses
procedentes de Londres



Torre de Alta Tensión

ESTRUCTURAS COLGANTES

En este caso las estructuras emplean cables, llamados tirantes (cuando se pueden regular estirándolos o acortándolos se llaman tensores) de los que cuelgan gran parte o el resto de la estructura. Ejemplos: carpas, puentes colgantes, antenas, cubiertas de pabellones, torres ...



Puente de Rande sobre la ría de Vigo

ESTRUCTURAS LAMINARES

Están constituidas por láminas finas de metal, plástico o materiales compuestos que se emplean como carcasas en todo tipo de objetos y en cubiertas onduladas que envuelven y protegen. A pesar de su poco espesor ofrecen una gran resistencia debido a su curvatura (“actúan como bóvedas”). Ejemplos: chasis del coche, carcasa del ordenador, de un teléfono móvil, etc.



Ejemplos de Estructuras Laminares