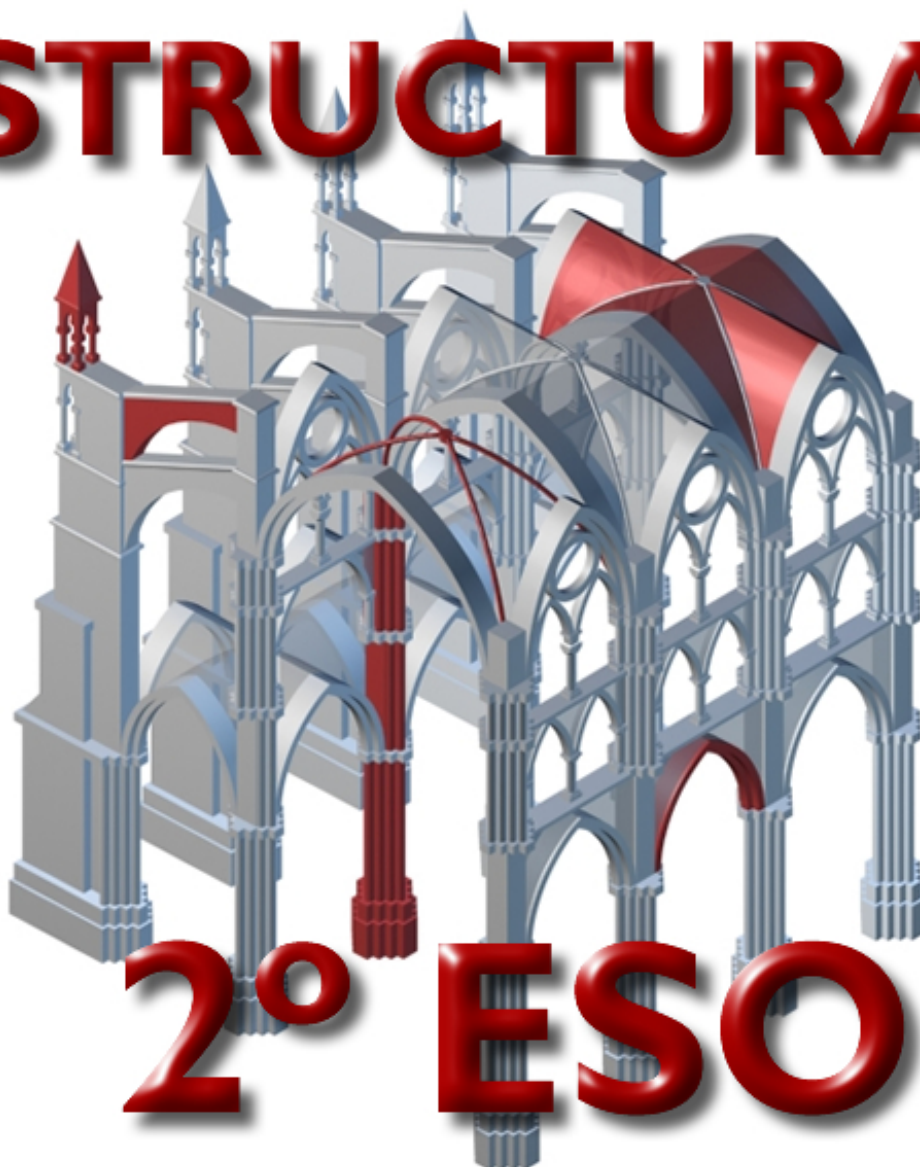


UNIDAD TEMÁTICA 03

ESTRUCTURAS



2º ESO

ELABORADO POR: *Pedro Landín*

CPR COLEXIO SAGRADO CORAZÓN DE XESÚS
(Placeres). Pontevedra



I. 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 sencillo 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 actúan 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). (Ej: los pilares de un puente, la estructura de un edificio...)
- ◆ **Resistir fuerzas externas** (Ej: 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 (Ej: 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.

II. 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...etc. 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**.

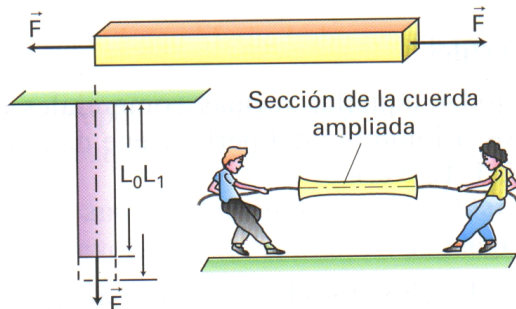
Las cargas que soportan las estructuras generan fuerzas internas en la propia estructura (tensiones), que tienden a deformarlas y/o romperlas. A estas fuerzas deformantes producidas por las cargas se las llaman **esfuerzos**.

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

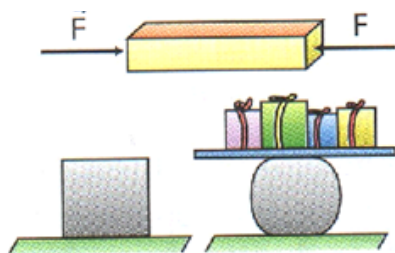
Por ejemplo, imagínate que tu compañero te tira de un dedo de la mano. Tu mano sería la estructura, mientras que la fuerza externa que hace tu compañero para estirar de ti sería la carga. El esfuerzo sería la tensión que notas en el dedo, que te causa cierta molestia. Si tu compañero hiciese mucha fuerza,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

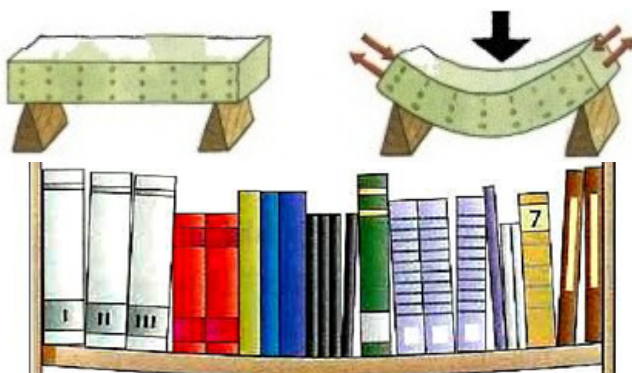
◆ **Tracción:** la fuerza tiende a alargar el objeto.



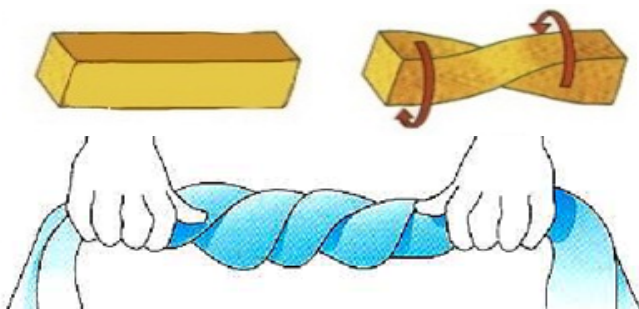
◆ **Compresión:** la fuerza tiende a acortar el objeto.



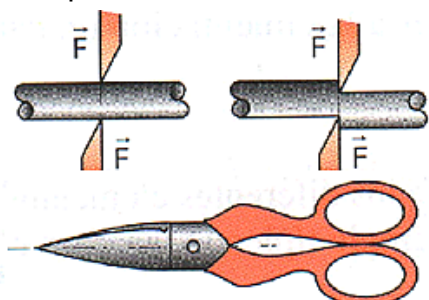
◆ **Flexión:** la fuerza tiende a curvar o doblar el objeto.



◆ **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.



III. 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.

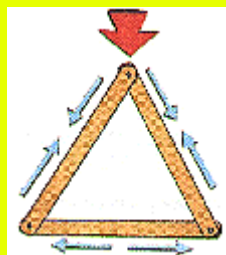
Del mismo modo, la forma de una estructura está íntimamente relacionada con la **rigidez**. Así cuanto más canto tenga una viga mayor será su rigidez.

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....).

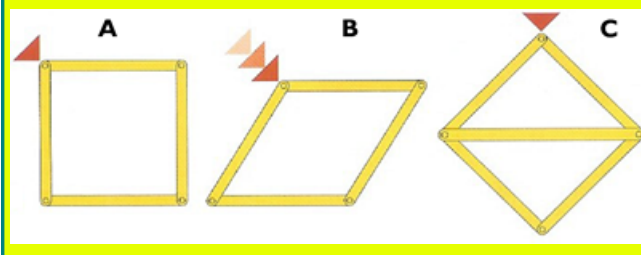


TRIANGULACIÓN

Una estructura con forma de polígono distinta al triángulo (por ejemplo un cuadrado, figura A) se deformará al aplicarle una fuerza. (figura B)

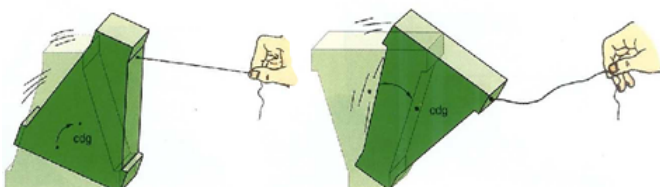


El triángulo es el único polígono que no se deforma cuando se le aplica una fuerza. Por consiguiente, se puede obtener estructuras rígidas haciendo que los elementos estructurales formen triángulos indeformables (figura C). A esta operación se le denomina triangulación.

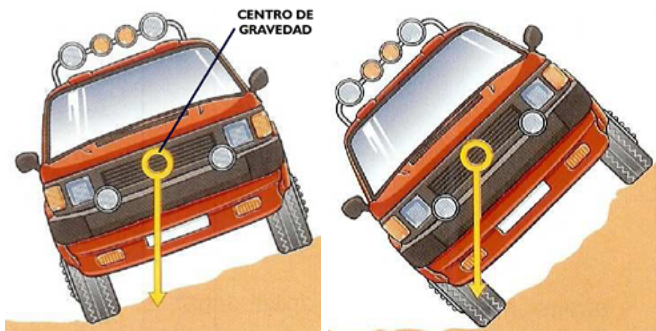


La **estabilidad** está relacionada claramente con el centro de gravedad (o punto en el que podemos representar todo el peso del objeto). En general se cumplen las siguientes normas:

- a) Si la base sobre la que se apoya la estructura es grande la estructura será estable.
- b) 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.



- c) 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.

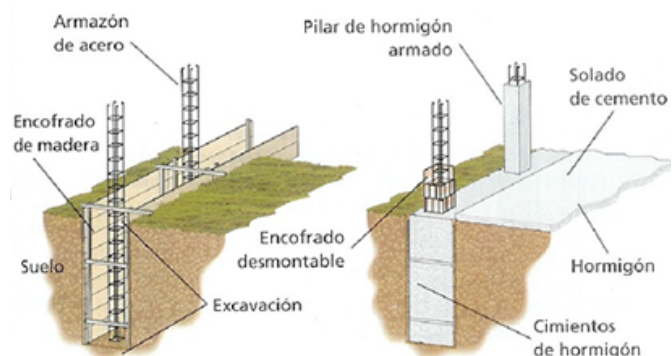


De ese modo, podremos aumentar la estabilidad (además de colocando tirantes) aumentando las dimensiones de su base o bajando su centro de gravedad.

IV. 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:

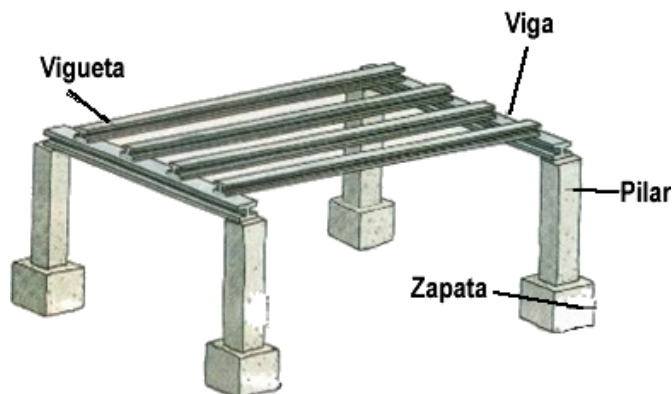
- **Cimientos:** es el elemento encargado de soportar y repartir en el suelo todo el peso de la estructura, impidiendo que ésta sufra movimientos importantes.



- **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 ,mas 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.



Fig 1: Crómlech de Stonehenge (Gran Bretaña).

- **Tirantes:** es un elemento constructivo que está sometido principalmente a esfuerzos de tracción.

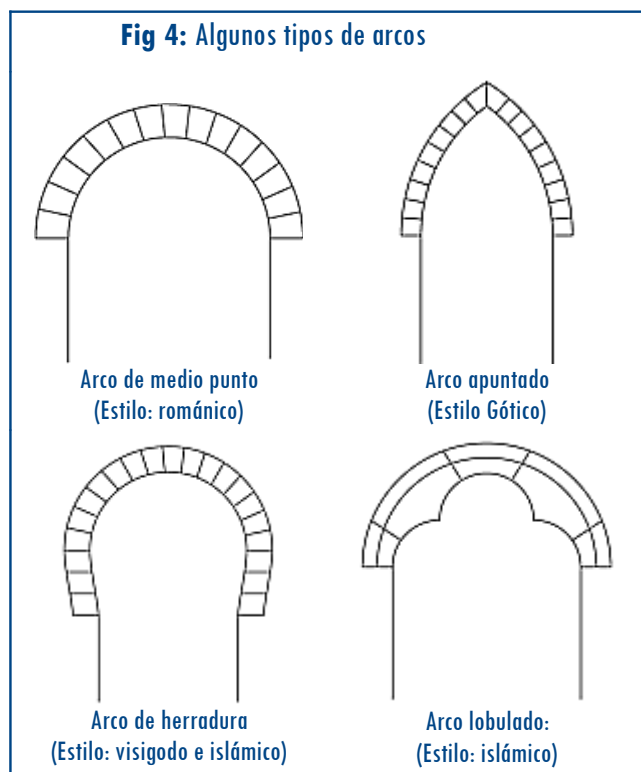


Fig 2: Tower Bridge (Londres)

- **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.



Fig 3: Arcos de medio punto y contrafuertes del acueducto de Elvas.



- Una **bóveda** es un elemento arquitectónico de forma curva, que sirve para cubrir el espacio comprendido entre dos muros o una serie de pilares alineados.

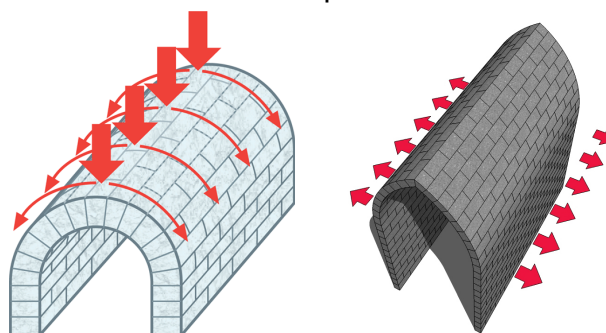


Fig 5 Cargas y tensiones en una bóveda

- La **cúpula** o **bóveda esférica:** es un elemento arquitectónico que se utiliza para cubrir un espacio de planta circular, cuadrada, poligonal o elíptica.



Fig 6: 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.

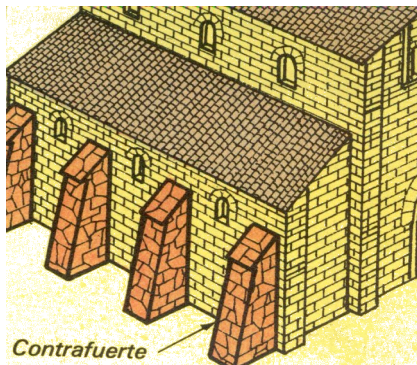


Fig 7:
Contrafuertes

- Un **arco arbotante**, o **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.

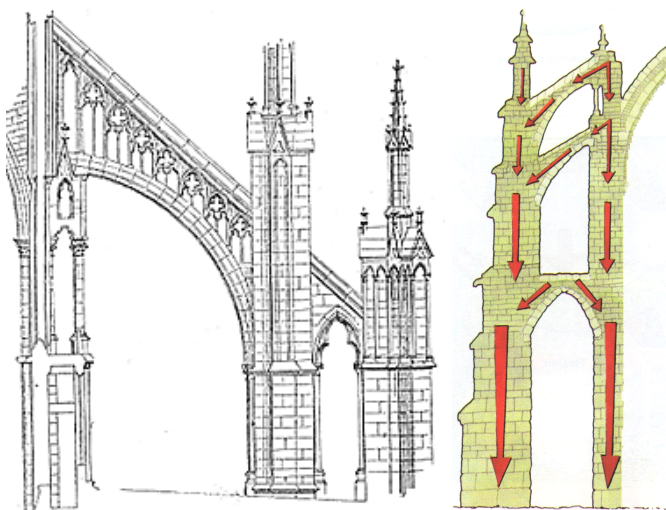


Fig 8: Arbotantes y su función.

- **Perfiles**: barras, normalmente metálicas, de distintas secciones que se emplean para conseguir estructuras más ligeras que soportan grandes pesos con poca cantidad de material.

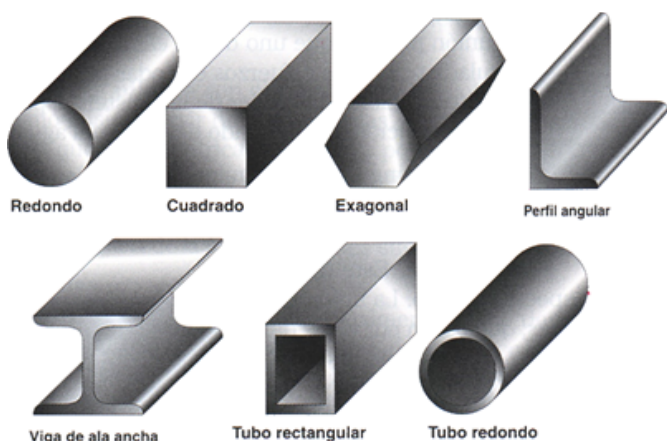


Fig 9: Secciones de diferentes perfiles.

V. 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...

1. 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.



Fig 10: Pirámide maya



Fig 11: Partenón (Atenas, Grecia).

2. 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.



Fig 12: Arcos de medio punto (arco superior) y de herradura (arco inferior) de la mezquita de Córdoba.

3. 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.



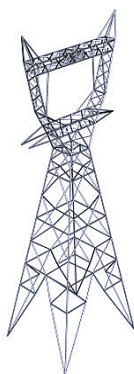
Fig 13: Ejemplo de estructura entramada.

4. ESTRUCTURAS TRIANGULADAS

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



Fig 14: Descarga en el puerto de Marín de los trolebuses procedentes de Londres; y torre de alta tensión.



5. 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....



Fig 15: Puente de Rande sobre la ría de Vigo.

6. 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.

Fig 16: Ejemplos de estructuras laminares.



EJERCICIOS TEMA 03: ESTRUCTURAS

1. Completa las frases siguientes, usando las siguientes palabras: cargas, fuerzas, artificiales, estructura, realizadas, naturales, soportar, esfuerzo, deforme.

- ✓ Una es el conjunto de elementos de un cuerpo destinados a ... las que actúan sobre el, haciendo que no se.....
- ✓ Las estructuras son aquellas creadas por la naturaleza.
- ✓ Las estructuras diseñadas y por el hombre las llamaremos
- ✓ Una es todo aquello capaz de deformar un cuerpo o de modificar su estado de movimiento o reposo.
- ✓ Las fuerzas externas que actúan sobre una estructura se denominan
- ✓ Un es la tensión interna que experimenta un cuerpo cuando se somete a una o varias fuerzas.

2. ¿Cómo se llama a todo aquello capaz de deformar un cuerpo o alterar su estado de movimiento?

3. ¿Cuáles son las principales funciones de una estructura?

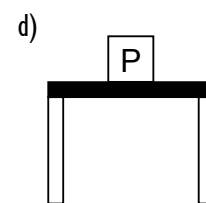
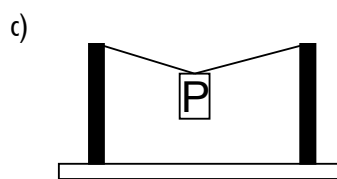
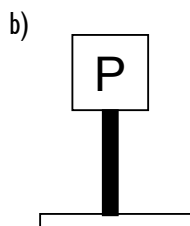
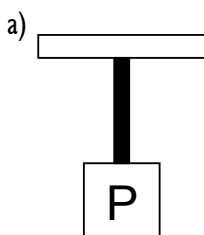
4. Completa los espacios vacíos con la palabra adecuada:

- ✓ Una es un conjunto de elementos capaces de soportar fuerzas y de transmitirlos a los puntos donde se apoya con el fin de ser resistente, rígida y estable.
- ✓ Una estructura es cuando conserva su posición al aplicarle cargas.
- ✓ Las fuerzas que actúan sobre una estructura se llaman
- ✓ Una estructura es cuando conserva su forma al aplicarle cargas.
- ✓ Un es la fuerza que aparece en los elementos estructurales cuando está sometido a otras cargas.

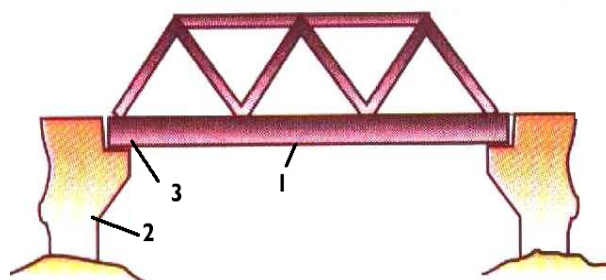
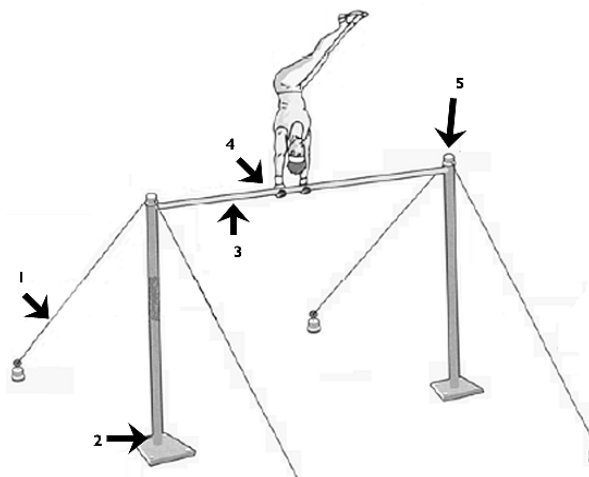
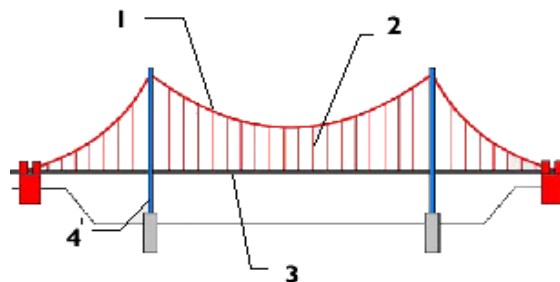
5. Relaciona mediante flechas los tipos de esfuerzo con el verbo adecuado:

- | | |
|--------------|------------|
| Tracción ● | ● Retorcer |
| Compresión ● | ● Cortar |
| Flexión ● | ● Estirar |
| Torsión ● | ● Aplastar |
| Cizalla ● | ● Doblar |

6. Determina qué tipo de esfuerzos sufre la barra negra en cada una de las siguientes situaciones (se indica con la letra P un objeto pesado).



7. En cada figura, indica el tipo de esfuerzo que experimenta el elemento estructural indicado:

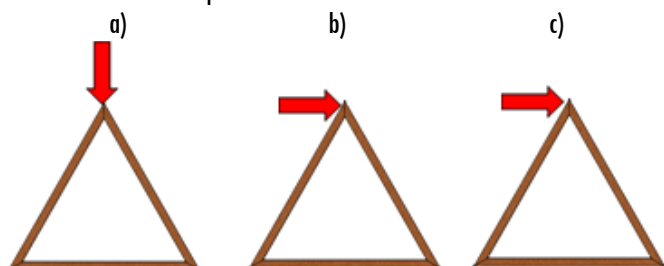


8. Relaciona cada una de las siguientes acciones u objetos con el tipo de esfuerzo aplicado o que soporta:

- a) Pulsar los botones del mando de la TV
- b) Hinchar un globo
- c) Saltar sobre una cama elástica.
- d) Abrir el tapón roscado de un cartón de leche.
- e) Poner la tapa al bolígrafo
- f) Quitar la tapa al bolígrafo
- g) Clavar un clavo en una tabla
- h) El tapón roscado de una botella, al abrirla.

- i) Bisagras de una ventana cuando se abre
- j) Cerrar una cremallera
- k) El cable de una grúa
- l) La patas de un taburete
- m) La unión del larguero y el poste de una portería de fútbol
- n) El radio (hueso del brazo) al estar de pié con los brazos caídos
- o) La barra en la que hacen ejercicios los gimnastas
- p) El cuello de una botella con tapón de rosca
- q) Clavo que sujeta un cuadro
- r) Cortar un cable
- s) Las muletas al caminar
- t) Cimientos de un edificio
- u) Cable del que cuelga una lámpara
- v) Pilares de un puente
- w) Pomo de un cajón al abrirlo
- x) El fémur (hueso de la pierna) estando de pié
- y) Una llave al abrir la cerradura
- z) Una alcayata de que cuelga un cuadro
- aa) Abrir una cremallera

9. La siguiente figura aparece una estructura indeformable formada por tres perfiles sometidos a una carga (la dirección y sentido de la carga está indicada con la flecha). Indica el esfuerzo al que se ve sometido cada perfil.



10. ¿Qué tres condiciones ha de cumplir una estructura?

11. Cuando una estructura no vuelca se dice que es.....

- Resistente
- Rígida
- Estable

12. Cuando una estructura al aplicar la carga no se deforma se dice que es.....

- Resistente
- Rígida
- Estable

13. Una estructura se hace más estable cuando.....(señala las respuestas correctas):

- se triangula
- se le colocan tirantes
- se ensancha su base
- se baja su centro de gravedad

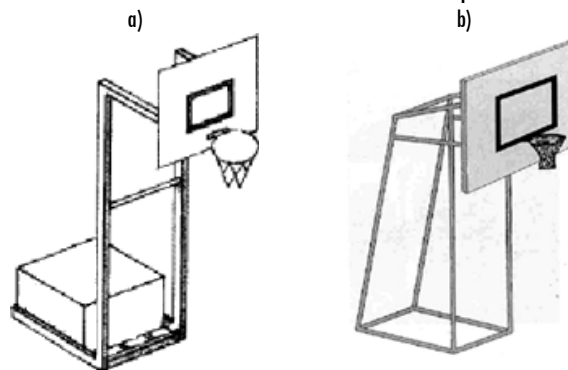
14. Una estructura se hace más rígida cuando.....(señala las respuestas correctas)

- se triangula
- se le colocan tirantes
- se ensancha su base
- se baja su centro de gravedad

15. Indica cuáles de las siguientes frases son verdaderas con respecto al centro de gravedad (c.d.g.)

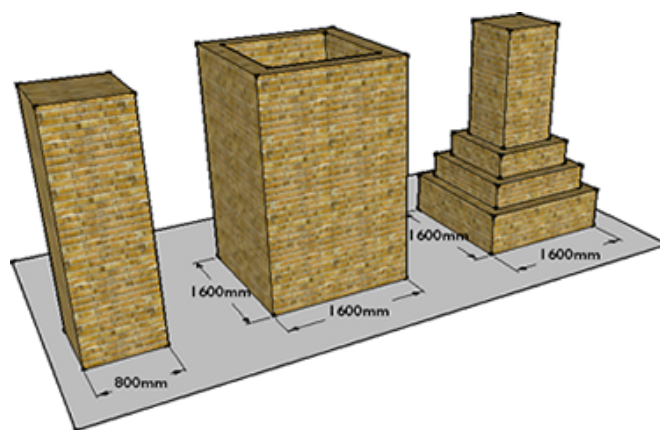
- a) El c.d.g. es el punto donde se concentra toda la masa de un objetos.
- b) Para mejorar la estabilidad de un objeto tendremos que aumentar la superficie de su base.
- c) Para mejorar la estabilidad tendremos que aumentar el peso en la base del objeto.
- d) Cuanto más pesada sea la base, más bajo tendremos el c.d.g. del objeto.
- e) El c.d.g. es el punto del objeto donde consideramos concentrada toda su masa.

16. ¿Cuál de las dos canastas es más estable? ¿Por qué?



17. Explica por qué una copa es menos estable que un vaso normal con el mismo tamaño de base.

18. Las tres torres del dibujo tienen la misma altura, pero su forma es diferente. Razona cuál es la más estable de todas y cuál la más inestable.



19. Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Corrige las frases que sean falsas; REESCRIBIÉNDOLAS completamente para hacerlas verdaderas.

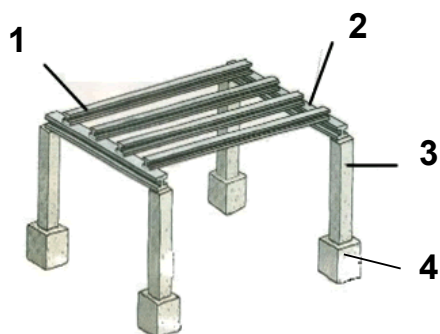
- a) Una estructura es rígida cuando al empujarla no vuelca.
- b) Una estructura es estable cuando al aplicar una fuerza no se deforma.
- c) Las torres de alta tensión son estructuras trianguladas
- d) Todos los perfiles ofrecen la misma resistencia.

- e) Una estructura cuadrangular es estable.
- f) Un polígono cerrado de tres lados constituye una estructura rígida.
- g) Una estructura es rígida si es capaz de mantenerse en pie, sin volcarse ni caerse.

20. Indica a qué elemento estructural se refiere de estas definiciones:

- a) Elemento encargado de soportar y repartir en el suelo todo el peso de una estructura.
- b) Elemento estructural, de forma curvada, que salva el espacio entre dos pilares.
- c) Elemento arquitectónico de forma curva, que sirve para cubrir el espacio comprendido entre dos muros o una serie de pilares alineados.
- d) Elemento estructural en forma de barra que se apoya verticalmente, cuya función es soportar el peso de otras partes de la estructura y de transmitirla a la cimentación.
- e) Pilares con sección más o menos circular.
- f) Barra, normalmente metálica, de distintas secciones que se emplean para conseguir estructuras más ligeras que soportan grandes pesos con poca cantidad de material.
- g) Elemento arquitectónico que se emplea para cubrir un espacio de planta circular, cuadrada, poligonal o elíptica.
- h) Conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo.
- i) Engrosamiento de un muro, usado para transmitir las cargas transversales a la cimentación.
- j) Elemento alargado que está sometido principalmente a esfuerzos de tracción.
- k) Elemento estructural con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre las columnas y pilares.
- l) Elemento estructural con forma de barra que se coloca horizontalmente y se apoya sobre las vigas.
- m) Viga maciza que se apoya horizontalmente y que cierra los huecos tales como puertas y ventanas.

21. Identifica en la siguiente figura los elementos estructurales marcados:



22. Indica el tipo de arco de cada fotografía, y el estilo arquitectónico al que pertenece



23. Completa las siguientes frases:

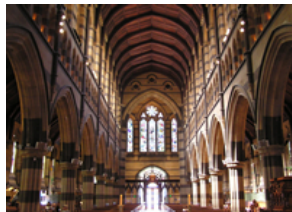
- a) Estructuras ____: Son estructuras muy _____ que se construyen sin dejar apenas _____ dentro de la estructura. Ejemplo: Pirámides de Egipto o templos griegos.
- b) Estructuras ____: Son estructuras que tienen _____ y _____. Los arcos y bóvedas permiten _____ en la estructura. Muy comunes en iglesias y catedrales.
- c) Estructuras ____: Son las estructuras que se utilizan en los _____ de hoy en día. Están constituidas por barras de _____ o acero unidas entre sí.
- d) Estructuras ____: Están formadas por barras unidas entre sí en forma de _____. Ejemplo: Una grúa de la construcción.
- e) Estructuras ____: Estas estructuras emplean _____ de los que cuelga parte de la estructura. Esos cables se llaman _____ o _____ y tienden a _____.
- f) Estructuras ____: Está formada por _____. Ejemplo: carrocería de un coche, carcasa de una tele, ...

24. Identifica el tipo de estructura que se muestra en cada fotografía:

1.



2.



3.



4.



5.



6.



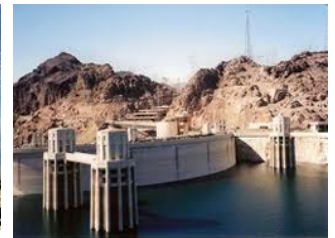
7.



8.



9.



25. Indicar el tipo de estructura de los siguientes objetos o construcciones:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| a) Lápiz | e) Bolígrafo |
| b) Stonehenge | f) La iglesia del Cole. |
| c) El edificio del Cole | g) Puente de Rande |
| d) Andamio | h) Goma de borrar |