

# **ESTRUCTURAS: Nociones fundamentales**

**I.E.S. ESTUARIA**

**Departamento de Tecnología.**

**Nivel: 2º ciclo E.S.O.**

**Realizado por: Bernardo Moreno Glez.**

**TEMA: ESTRUCTURAS** (Teoría fundamental y aplicaciones prácticas)

**CONTENIDOS:** En este tema aprenderás:

- Que son las estructuras y sus tipos.
- Estructuras estables y rígidas (no deformables)
- Materiales y elementos que componen las estructuras, tipos esfuerzos, cálculos y otros.
- Estructuras resistentes.

**OBJETIVOS:** Al final serás capaz de:

- Diseñar estructuras.
- Analizar estructuras.
- Construir estructuras resistentes.

**ÍNDICE:**

**0.- INTRODUCCIÓN.**

**1.- DEFINICIÓN DE ESTRUCTURA.**

**2.- TIPOS DE ESTRUCTURAS.**

**3.- FUERZAS PRINCIPALES EN ESTRUCTURAS.**

**4.- ESTRUCTURAS ESTABLES** [¡La importancia del centro de gravedad (C.G.)!]

**5.- ESTRUCTURAS RÍGIDAS.**

**6.- COMO EVITAR LA FLEXIÓN.**

**7.- ELEMENTOS HABITUALES EN ESTRUCTURAS**

**8.- MATERIALES DE ESTRUCTURAS.** (Obtención, Tipos, Propiedades y Aplicaciones)

**9.- ¿QUÉ SE TIENE EN CUENTA PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS?**

**10. CÁLCULOS BÁSICOS DE ESTRUCTURAS.** (10.1.- Estática y 10.2.- Cálculo de resistencia)

**11.- CUESTIONES**

**12.- PROYECTO - PROBLEMA: PLANTEAMIENTO Y SUS ESPECIFICACIONES.**

**PREGUNTAS PARA OBSERVAR CONOCIMIENTOS INICIALES:**

1. ¿Qué son las estructuras?
2. ¿Cómo se hacen estructuras rígidas?
3. Define centro de gravedad.
4. Enuncia los 3 principios principales para hacer estructuras estables.
5. Tipos de esfuerzos y fuerzas que hay en estructuras.
6. ¿Qué es un perfil doble T?
7. Elementos de un pórtico y elementos estructuras de hormigón de edificios.
8. Diferencia entre el hormigón en masa y el hormigón armado.
9. ¿Qué es un montante y un tirante? ¿Para qué se utiliza?
10. ¿Qué es una estructura de armazón y una laminar? ¿Son estructuras esqueleto y caparazón tortuga.?
11. ¿Qué es un momento o giro en estructuras?
12. ¿Qué es el momento de inercia en estructuras?

## 0.- INTRODUCCIÓN.

Estamos rodeados de estructuras, tanto naturales (árboles, cuerpo, panales de abejas, etc.), como creadas artificialmente (edificios, coches, etc.)

Pero ¿Cómo se hace una estructura?, ¿Para qué sirve?, ¿Cuánto es capaz de aguantar?

## 1.- DEFINICIÓN DE ESTRUCTURA.

Es el conjunto de elementos dispuestos de tal forma que permiten soportar (ayuda a sostener en posición correcta), o transportar carga sin derrumbarse.

## 2.- TIPOS DE ESTRUCTURAS.

- a) Armazón: Estructura construida con barras. Ej: Torre eléctrica, un esqueleto, etc.
- b) Laminar: Estructura construida con láminas (con rigidizadores). Ej: Lata, coche, silla de plástico.

\* Nota: La mayoría de las estructuras son mixtas (armazón + láminas), Ej: mesa de la clase, edificios.

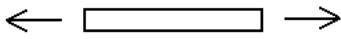
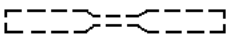
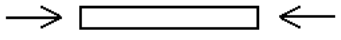

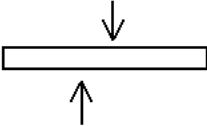
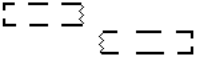
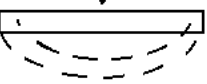


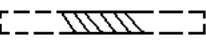
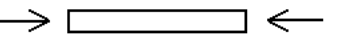
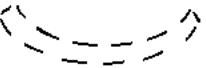
## 3.- FUERZAS PRINCIPALES EN ESTRUCTURAS.

Hay dos tipos de fuerzas en estructuras: Fuerzas interiores (esfuerzos) y fuerzas exteriores (cargas).

Ejemplo: sostener un cubo de agua con el brazo: F.ext.= carga= cubo // F.int. = esfuerzo = músculo brazo.

### 3.1.- Fuerzas interiores = Esfuerzos (Esfuerzos = Fuerzas de reacción dentro de la pieza)

#### TIPOS DE ESFUERZOS

		<u>ACCIÓN</u>	<u>EFEECTO</u>
a) <u>Tracción</u> : (estirar)			
Ej.: En un chicle; en una cuerda.	Tracción:		
b) <u>Compresión</u> : (comprimir)			
Ej.: En la plastilina; en una piedra.	Compresión:		
c) <u>Cortante</u> : ( cortadura, cizalla)			
Ej.: El efecto de unas tijeras.	Cortante:		
d) <u>Flexión</u> : (doblar)			
Ej.: En una regla.	Flexión:		
e) <u>Torsión</u> : (Torcer)			
Ej.: En una fregona.	Torsión:		
f) <u>Pandeo</u> : (Flexión lateral-por compresión)			
Ej.: En las Patas de una silla	Pandeo:		

### 3.2.- Fuerzas exteriores = cargas:

- Estáticas (peso de la estructura, muebles, etc.)
- Dinámicas (viento, personas en movimiento, etc.)

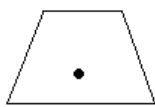
#### 4.- **ESTRUCTURAS ESTABLES** [¡La importancia del centro de gravedad (C.G.)!]

- a) ¿Qué es centro de gravedad?. Es el punto donde se mantiene en equilibrio un objeto.  
b) Aplicación: La principal aplicación del C.G. es la estabilidad, y hay 3 formas de conseguirlo:

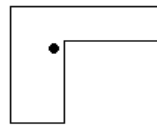
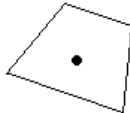
1ª) **C.G. bajo.** (Coche Fórmula-1 / Mercedes clase A)

2ª) **Base ancha.** (Mesa profesor)

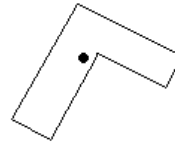
3ª) **Fijación al suelo con cimientos o anclajes que impida el vuelco.** (Edificio de pisos / cinturón seguridad coche (pirotécnico) – latigazo (reposacabezas) / tienda campaña)



Base ancha y CG bajo: No vuelca fácilmente



Base poco ancha y C.G. alto: vuelca fácilmente

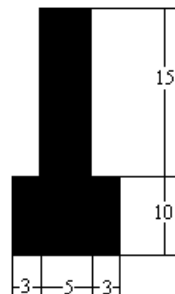
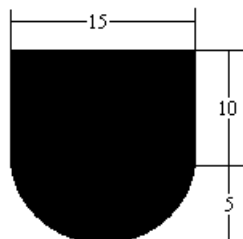
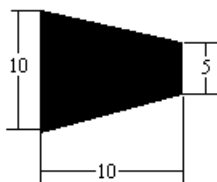
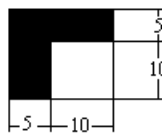
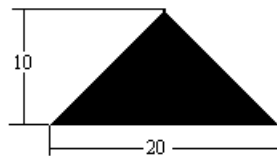
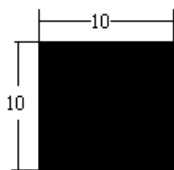


¿Cuál es más estable?

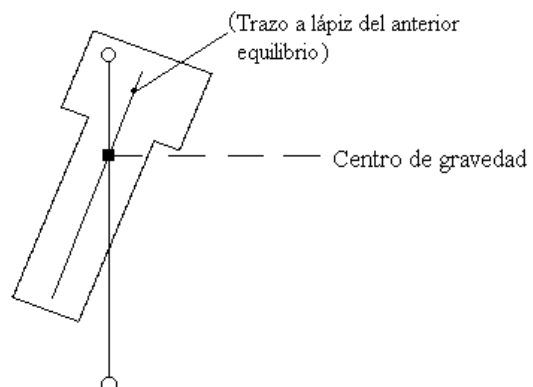
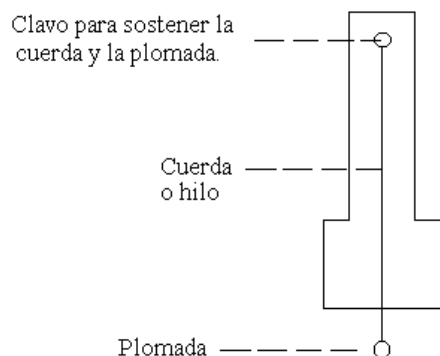


¿Qué es más estable una persona de pie o tumbada?

EJERCICIO: Calcular y señalar el centro de gravedad



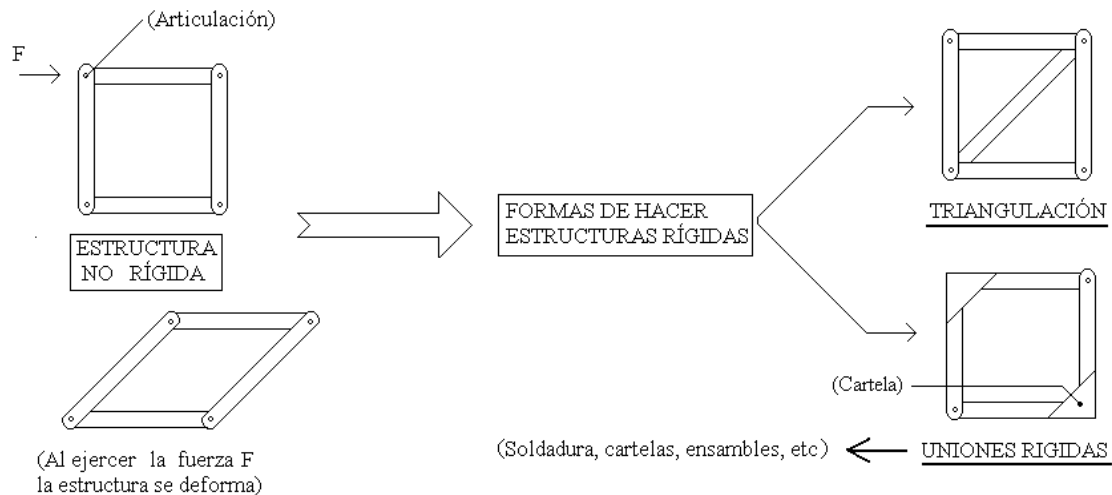
\* **ACTIVIDAD PRÁCTICA**: Calcula C.G. en plan práctico de las figuras anteriores recortadas en papel. (lápiz, aguja, hilo y plomada). (La plomada puede ser una moneda de 25 Ptas., un anillo, etc.)



## 5.- ESTRUCTURAS RÍGIDAS.

Hay dos maneras de hacer estructuras **Rígid**as (que no se deforma):

- a) **A base de triángulos.** Ej.: torre eléctrica, naves industriales (techo de continente o bomberos), etc.
- b) **A base de uniones rígidas:** Soldaduras, ensambles, cartelas (las cartelas refuerzan la unión, y hacen que las uniones de los pórticos resistan los esfuerzos, sin tener que poner barras mas “gruesas” ), etc.



### \* ACTIVIDAD PRÁCTICA:

Comprar (15) depresores de madera (palitos que utilizan los médicos para mirar la garganta), y construir las 3 estructuras de arriba, uniéndola con (16) chinchetas.

Empezar construyendo la estructura “no rígida” y comprobar la deformación que se produce. A continuación construir la estructura de “triangulación” y luego la de “uniones rígidas”, y comprobar si se pueden deformar.

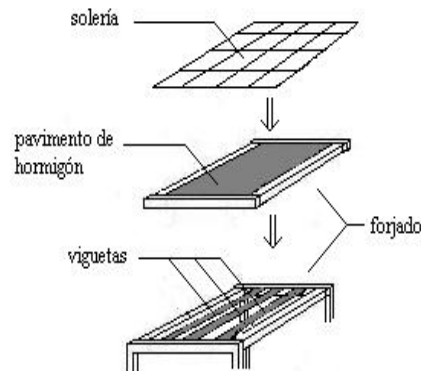
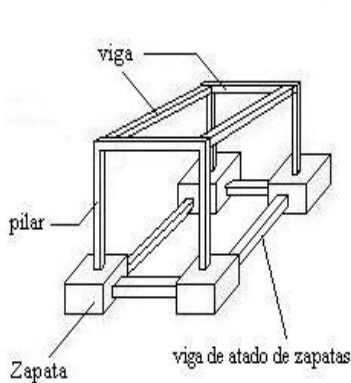
## 6.- COMO EVITAR LA FLEXIÓN. (Tomar apuntes de la explicación del profesor)

\* Creación ingeniosa de un puente con pocos apoyos: montantes y tirantes (El Puente Golden Gate).

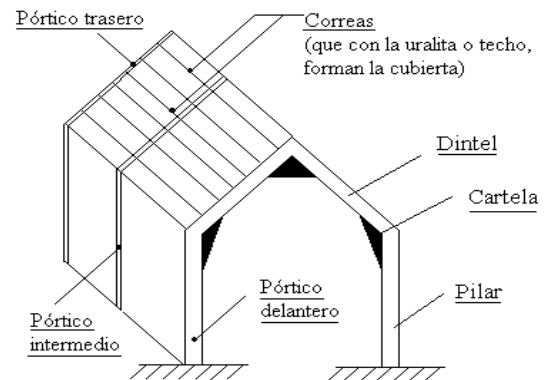
- 1.- ¿Cómo cruzar un precipicio o desfiladero?
- 2.- Con un tronco: 1 persona
- 3.- Con un tronco: 1 persona + 1 caballo (flexiona un poco)
- 4.- Con un tronco: 1 persona + 1 caballo con carro (flexiona mucho)
- 5.- ¿Cómo evitar la flexión, sin apoyo en medio? (Ingenio + conocimientos)
- 6.- Puente Golden Gate, Ayamonte, Alamillo, Barqueta.
- 7.- Un puente con cuerda y 5 personas.

## 7.- ELEMENTOS HABITUALES EN ESTRUCTURAS

### Partes generales de un edificio



### Elementos que forman una nave industrial

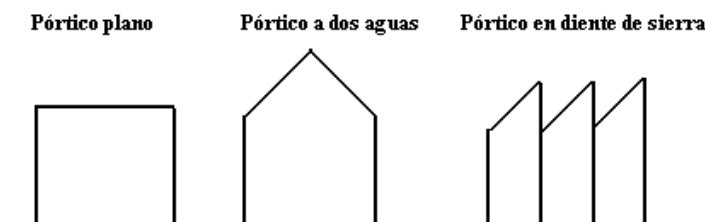


- Viga:** Elemento de estructuras horizontal o inclinado, que resiste generalmente a flexión, y suele ser de hormigón armado, acero, madera, etc.
- Vigueta:** Elemento parecido a la viga, pero que forma parte del forjado de los suelos o techos.

¿Qué son las **bovedillas**? se colocan con las viguetas y solo sirven para dar forma al pavimento de hormigón, es decir sirve de encofrado.

Se suele poner una capa de arena entre el pavimento de hormigón y la solería. ¿Para qué sirve la arena en los forjados o suelos?

- Pilar o columna:** Elemento de estructuras vertical o inclinado, que resiste generalmente a compresión, y suele ser de hormigón armado, acero, madera, etc.
- Dintel:** Elemento parecido a la viga, pero que forma parte de los pórticos de las naves.
- Arco:** De piedra en Roma (se creo para superar distancias largas, ya que las vigas no resistían), en la actualidad se hacen de acero y otros materiales. Dibuja el esquema de fuerzas de su sujeción.
- Correa:** Elemento parecido a la vigueta, pero forma parte de la cubierta o techo de las naves.
- Pórtico:** Conjunto pilar – dintel. Uniendo varios pórticos se conforma una nave o edificio.



- Zapata:** Elemento de cimentación, cuya función es la de sostener la estructura para que no se hunda. Es de hormigón armado.

**El Pilotaje** es una cimentación para zonas blandas, utiliza unas barras largas para llegar al terreno duro que esta a más profundidad. En vez de una superficie, son muchas pequeñas separadas (Ej: palma de la mano = superficie de 20 dedos).

**Problema:** Un terreno resiste  $1 \text{ kg/cm}^2$ , tenemos un pilar que aguanta una carga de 10 Tn. Calcular la superficie cuadrada de la zapata que aguante ese peso. (**Presión = Fuerza / Superficie**)

i) **Detalles constructivos:** Estos elementos ahorran material.

- **La cartela** hace las uniones más rígidas.(ver figura arriba).

- **Tirante o arriostramiento:** Elemento que resiste a tracción y suele ser cable de acero, cuerda, etc. Se colocan en las diagonales de los rectángulos formando triángulos, evitando su deformación. Se instalan para resistir los efectos del viento.

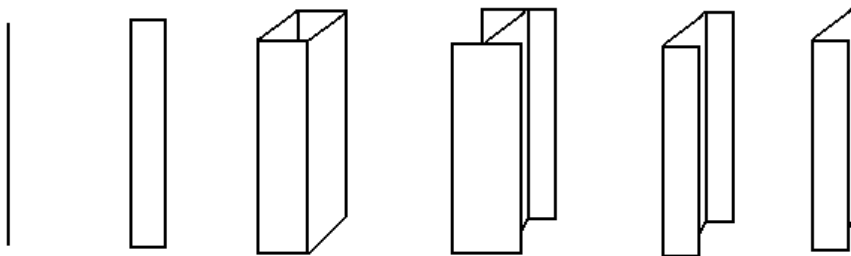
Ej: La Tienda campaña se sostiene con cuerdas para el efecto del viento. Carpa de un circo.

- **Los rigidizadores** como indica su nombre rigidiza uniones y láminas.

Ej: asiento taburete plástico, asiento silla de casa, funda del CD, uniones viga – pilar en naves, etc.

¿Cómo hacer una lámina resistente a flexión o rigidizada (que no se doble)?

j) **Tipos de perfiles:** Según el esfuerzo o esfuerzos a los que están sometidos los elementos serán:



Cable      listón plano      Sección cuadrada      Sección Doble T      Sección en U      Sección en L

**Aplicaciones:**

**Cable:** Se utiliza solo en elementos sometidos a tracción, ya que a compresión no resiste.

**Listón plano:** Se utiliza solo en elementos sometidos a tracción, a compresión no resiste.

**Cuadrada:** Se utiliza para tracción y compresión normalmente, y flexión moderada.

**Sección en L:** Se utiliza principalmente para tracción y compresión, poco a flexión.

**Sección en U:** Se utiliza para tracción, compresión y flexión.

**Sección Doble T:** Se utiliza para tracción, compresión y sobre todo a flexión.

## **8.- MATERIALES DE ESTRUCTURAS.** (Obtención, Tipos, Propiedades y Aplicaciones)

### a) Madera:

- Obtención: Se obtiene del árbol, lleva un proceso de corte, secado y preparación de la madera.
- Tipos: Pino Flandes, Eucalipto, Haya, Roble, Caoba, aglomerado, contrachapado.
- Propiedades: Dureza media, ligero, flexible, fácil de trabajar (moldeable).
- Aplicaciones: Muebles en su mayoría, pasta de papel, algunos edificios (Japón edificios sin clavos).

### b) Acero:

- Obtención: Fundición de Hierro (99%) y Carbono (1%). Si se añade Cromo o Níquel es inoxidable.
- Tipos: Acero al carbono, acero inoxidable, Hierro fundido, etc.
- Propiedades: Dureza alta, no frágil, flexible, moldeable a altas temperaturas.
- Aplicaciones: Industrias, edificios, llaveros, relojes, etc.

### c) Hormigón:

- Obtención: Mezcla proporcionada de: arena, cemento, agua, áridos. ( y acero si es hormigón armado)
- Tipos de acero: Hormigón en masa (poco práctico, solo de relleno), hormigón armado.
- Propiedades: Dureza alta, frágil a tracción y flexión, moldeable, (fragua en 21 días), ¿Aluminosis?
- Aplicaciones: construcción en general.

### d) Otros: ladrillos (relleno-aislante), cemento (unión, enlucir), corcho (aislante térmico y acústico), etc.

### e) Papel: Resiste bien a tracción y mal a compresión (aunque si la sección es adecuada, resiste más).

**\* ELECCIÓN DEL MATERIAL:** se realiza teniendo en cuenta 4 factores:

- **Propiedades** del material (dureza, flexibilidad, conductividad eléctrica, etc.)
- **Disponibilidad** (si el material es abundante o escasea, donde se encuentra, transporte, etc.)
- **Procesos de fabricación** (Si se puede fabricar, que procesos conlleva, contaminación, etc.)
- **Costes** (lo que cueste al final, sumando obtención, transporte, transformación, venta, etc.)



## 9.- ¿QUÉ SE TIENE EN CUENTA PARA DISEÑAR ESTRUCTURAS?

### \* TIPO DE ESTRUCTURA APROPIADO:

- Armazón (barras),
- Laminar
- Mixto.

### \* CONSEGUIR ELEMENTOS DE ESTRUCTURAS RESISTENTES:

- a) Elección material
  - Propiedades físicas
  - Disponibilidad,
  - Procesos de fabricación,
  - y Costes.
- c) Basándonos en elementos conocidos:
  - Viga elemento destinado a resistir a flexión.
  - Pilar elemento destinado a resistir a compresión.
  - Pórtico conjunto de elementos que dan forma a edificios o naves.
  - Zapata elemento de sustentación de las construcciones.
  - Montantes y tirantes elementos característicos para salvar grandes distancias (Ej.: puentes).
  - Otros elementos (tirantes, cartelas, etc.)
- d) Eligiendo secciones adecuadas según a los esfuerzos que estén sometidas las barras. Ejemplos:
  - Un cable resiste bien a tracción.
  - Una viga en doble T la que mejor resiste a flexión.
  - ¿En que posición resiste mejor a flexión una regla tumbada o de canto?

### \* CONSEGUIR UNA ESTRUCTURA RESISTENTE:

- a) Ser estable: sometida a esfuerzos que no vuelque.
  - C.G. bajo.
  - Base ancha.
  - Anclaje o fijación al suelo.
- b) Ser rígida: sometida a esfuerzos no se deforme, y sus elementos resistan.
  - Con triangulaciones.
  - Con uniones rígidas.

## **10. CÁLCULOS BÁSICOS DE ESTRUCTURAS.** (10.1.- Estática y 10.2.- Cálculo de resistencia)

### **10.1. – ESTÁTICA = EQUILIBRIO**

- a) Principio de la Estática: Equilibrio. Y para que un cuerpo u objeto permanezca en equilibrio la suma de todas sus fuerzas y también la suma de todos sus giros o momentos debe de ser cero.
- b) Fórmulas: Hay dos fórmulas para el cálculo de estructuras en equilibrio:

$$\sum_{i=1}^{i=n} F_i = 0; \text{ La suma de todas las fuerzas (interiores y exteriores) debe ser nula: 1º principio Estática.}$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} M_i = 0; \text{ La suma de todos los momentos o giros debe de ser nula: 2º principio Estática.}$$

- c) Momento o giro: Un giro depende de la **fuerza** ejercida y también de la **distancia** de donde se ejerce la fuerza al punto donde gira.

$$\text{Fórmula } \Rightarrow M = F \times d.$$

\* Para hacer los ejercicios aplicar la ecuación, respecto al punto de giro: **MOMENTO<sub>dcha.</sub> = MOMENTO<sub>izq.</sub>**

### **PROBLEMAS**

1.- Calcular la fuerza F mínima (equilibrio) que hay que ejercer en el columpio para levantar a 10 alumnos que pesan 500 kg, sabiendo las distancias indicadas en el dibujo.

2.- Calcular la fuerza F para el equilibrio con los datos indicados en la figura.

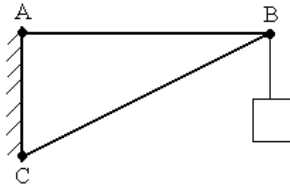
3.- Calcular la distancia “d” para el equilibrio con los datos indicados en la figura.

## 10.2.- CÁLCULO DE “RESISTENCIA” DE ESFUERZOS EN BARRAS Y ELEMENTOS DE MÁQUINAS (Ej: Una viga, o un diente de engranaje)

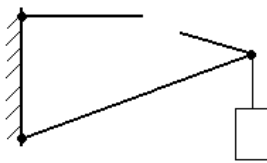
### a) Cálculo práctico para saber que barras están sometidas a tracción y compresión.

\* **ACTIVIDAD PRÁCTICA:** Las siguientes estructuras se construirán con barras de madera (compresión) y cuerdas (tracción), para la comprobación los cálculos realizados.

Explicación: Análisis de barras sometidas a esfuerzos de tracción, compresión (y flexión).



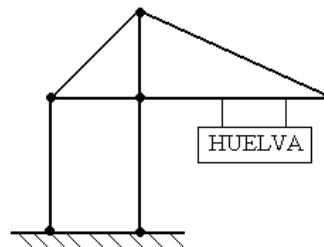
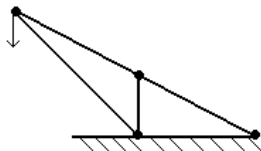
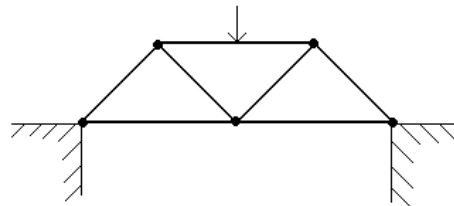
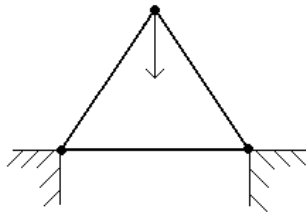
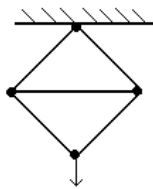
Barra A-B: Tracción



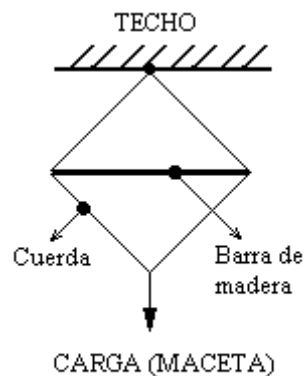
Barra B-C: Compresión

Pasos: 1. Nombra los nudos, 2. Corta una barra, y dibuja el efecto producido, 3. Nombrar el esfuerzo obtenido.

Ejercicios: Analiza los esfuerzos a los que están sometidas las estructuras de armazón.



\* **Nota.-** Al saber los esfuerzos en las barras de las estructuras, se pueden poner cables, y se ahorra material y dinero. → Ej: Soporte en el techo para una maceta [cuerda (Tracción), madera (compresión)].



**b) Cálculo de secciones de barras.** (¿Cuánto pongo de gruesas las vigas?)

Hay dos fórmulas para el cálculo de secciones para resistencia de esfuerzos:

\*  $\sigma = P / S$  (Fórmula para Tracción y Compresión, donde P es el peso, y S la sección de la barra)

\*  $\sigma = M / W$  (Fórmula para la Flexión, donde M es el momento flector y W el módulo resistente, que depende de la inercia y sección de la barra (\* ver libros explicativos))

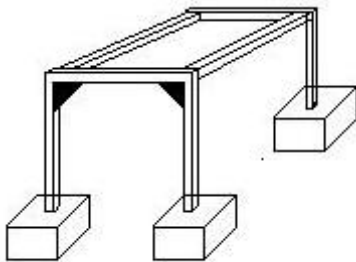
**PROBLEMAS**

- 1.- Calcular la sección de un cable de un ascensor, que pueda aguantar 300 kg.  
(ESFUERZO SOMETIDO TRACCIÓN)
- 2.- Calcular que peso máximo soporta un pilar de hormigón con resistencia de 1600 kg/cm<sup>2</sup>, de sección 25 cm x 25 cm. (ESFUERZO SOMETIDO COMPRESIÓN)
- 3.- Calcular que peso máximo es capaz de soportar una tabla o barra de un trampolín de piscina, sabiendo que su sección es de 30 cm x 5 cm, y tiene 3 m de longitud.  
(ESFUERZO SOMETIDO FLEXIÓN)

## 11.- CUESTIONES.

Se irán realizando en clase en pequeños grupos 3 ó 4 máximo.

- 1.- ¿Qué es una estructura?
- 2.- ¿Cuántos tipos de estructuras hay?
- 3.- ¿Cuáles son los tipos de fuerzas exteriores o cargas en estructuras?. Pon un ejemplo de cada una.
- 4.- Hay 2 formas fundamentales de hacer estructuras rígidas. ¿Cuáles son?. Haz un dibujo representativo de cada uno.
- 5.- ¿Qué es centro de gravedad? ¿Para qué se utiliza?
- 6.- ¿Cómo se puede calcular en plan práctico el centro de la gravedad? Explicalo por escrito y con dibujos explicativos.
- 7.- ¿Qué reglas generales establece "la estabilidad estructural" ?
- 8.- Define y dibuja los tipos principales de esfuerzos.
- 9.- ¿Qué es un montante? ¿y qué es un tirante?
- 10.- Dibuja los tipos de barras y sus usos. ¿qué son "rigidizadores"?
- 11.- ¿Qué es en dos palabras un "momento" en estructuras? ¿De qué dos factores depende? ¿Cuál es su fórmula?
- 12.- Pon 3 ejemplos donde haya vigas voladizas. ¿Qué es el momento de flexión?
- 13.- ¿Qué es el análisis estructural? ¿Qué tipos de fuerzas se estudian en el análisis estructural?
- 14.- ¿Qué debes tener en cuenta para diseñar estructuras?
- 15.- Analiza los componentes estructurales de la siguiente figura:



16.- Resuelve calculando todos los elementos estructurales, de una casa de campo que se construirá con barras de madera de sección rectangular, formada por dos pórticos planos de 10 m de luz y 3 m de alto, uniendo los pórticos entre sí por dos vigas de 12 m, y sus correas correspondientes para la cubierta separadas entre sí 1m. También se calculará su zapata teniendo en cuenta que el peso máximo por  $m^2$  es de  $200 \text{ kg/m}^2$ , y las vigas de atado de la zapata soportan  $1/10$  de la fuerza que soporta la zapata. (el momento a considerar será el máximo (empotrado en ambos extremos con carga uniformemente repartida):  $M = P \cdot L^2 / 12$ ).

**\* ¡Si has acabado todo esto, sólo te falta hacer un esquema - resumen en una hoja con letra pequeña y dibujos explicativos del tema, en casa, y que te servirá para la prueba escrita o examen.**

## **12.- PROYECTO - PROBLEMA: PLANTEAMIENTO Y SUS ESPECIFICACIONES.**

**(Aplicación del método de proyecto: Memoria, Planos, y mediciones y Presupuesto)**

\* Opciones:

A) Diseñar y construir una estructura, que aguante un depósito de agua de 5 kg. de peso (botella 5 l.), con una base de apoyo en la parte más alta de  $25\text{ cm}^2$  mínimo y  $400\text{ cm}^2$  máximo y una altura de 25 cm.

B) Diseñar y construir un puente que atravesase un río, el cual soportará un peso de 3 kg a lo largo de éste (calceta llena de arena), como si fueran coches a lo largo de todo el puente. Medidas aproximadas: ancho del puente 10 cm, largo 60 cm y de alto 30 cm. El puente sólo se apoya en los extremos.

C) Diseñar y construir una tienda de campaña a escala con materiales básicos (madera y telas), que aguante peso en la parte superior de la tienda (bolsa - almacén).

\* Especificaciones:

- Que sea atractivo, estético y "original".
- Que sea barato.
- Que sea ligera.
- Material obligatorio: 90 % papel de folio ó en su defecto cañitas o listones madera.
- Material opcional.: fiso, silicona e hilo.

### **OTROS PROYECTOS (Sugerencias):**

- Columpio comprobador de momentos. Calculando la sección con sigma para el momento más desfavorable.
- Silla de campo de tres soportes o "patas", utilizar madera, tirantes, asiento de tela.
- Tienda de campaña.
- Maquetas de puentes originales o soporte para depósito.
- Estantería de pared o colgada.(triángulos + láminas cartón)
- Silla lo más barata posible (Aplicar mét. Análisis + estructuras (rigidizadores, cartelas, triángulos)) recordar silla del año 1867 , con listones redondos curvados.
- Estantería de CDs.(sólo con barras)
- Silla de papel.(a base de triángulos)
- Ideas de los alumnos.

## **PAUTAS A SEGUIR EN EL PROYECTO.**

Los alumnos pasarán a ver la necesidad técnica del problema ( Fase de identificación del problema), se les recordará y se les dará las **pautas** para hacer "el proyecto" , donde plasmarán las posibles soluciones y la solución más óptima (Fase Tecnológica), y consejos para la construcción de papel ( Fase Técnica).

### **Pautas:**

a) objetivo, b) partes de que consta un proyecto, y c) consejos para la estructura de papel.

**a) El objetivo del proyecto** es describir mediante explicaciones escritas y gráficas la solución elegida para tu proyecto. (Imagina que el proyecto que haces, lo describes de tal forma que se pueda enterar un compañero de otra clase)

**b) Partes del proyecto:** Memoria, Planos y Presupuesto.

1) Memoria.- Es la que describe la explicación escrita, y suele tener los siguientes puntos:

- \* Objeto: describe "para que es el proyecto" (Ej: Cruzar un río)
- \* Localización: Donde se va construir (Ej: I.E.S. Pintor Pedro Gomez)
- \* Material y ejecución: En este apartado se describe el material que se va a emplear para construir, indicando todo lo que se puede usar y para qué. ( Ej: Papel , uniones con silicona, forma que se le va dar al papel, tijeras, fiso, etc.) (Hoja de procesos => Muy importante)
- \* Medidas: Las medidas se darán de forma general y luego se especificará las demás medidas en los planos.( Ej: ver plano nº 1)
- \* Cálculos: Hay que poner por escrito y a veces con algún gráfico adjunto, los cálculos que has empleado para hacer el objeto de tu proyecto. ( Ej: Estructura hecha a base de triángulos para que así las barras resistan a tracción y compresión).

2) Planos.- Son los dibujos y gráficos necesarios para que se entienda como realizar la construcción, con acotaciones( medidas), leyendas (anotaciones y explicación de símbolos). (Perspectivas, vistas y despieces)

3) Mediciones y presupuesto.- Se indica la cantidad de material a utilizar, por unidades, peso u otras medidas, y lo que cuesta cada unidad. Al final se suma lo que ha costado todo el material y se saca el presupuesto del proyecto.

**c) Consejos para la estructura de papel.**

\* Cómo diseñar la estructura: a) A base de triángulos, es decir, que las barras sólo resistan a compresión y tracción. b) Emplear métodos para evitar la flexión (montantes y tirantes), c) cartelas ( elemento constructivo que da resistencia en las uniones)

\* Diseño de las secciones de las barras: Se harán de sección redonda, empleando para ello una varilla para enrollar el papel.

**Evaluación del proyecto y la construcción.** Los alumnos después de haber construido la maqueta, deberán evaluar su estructura y su resultado, es decir , al hacer la prueba de carga deberán ver que barras trabajan a tracción, cuáles a compresión y cuáles a flexión, todo ello lo especificarán en el proyecto, como un añadido donde ponga evaluación de la estructura.

\* Si da tiempo después de que los alumnos construyan su maqueta , se construirá una silla de papel con 100 folios, aplicando conocimientos de estructuras ( Triangulaciones, Montantes y tirantes, cartelas, arriostramientos, etc.) con ayuda del profesor.

