

LAS ESTRUCTURAS Y SUS APLICACIONES.

Las estructuras están presentes en todo lo que nos rodea. Dan soporte a cualquier producto tecnológico aunque son más evidentes en las grandes construcciones civiles (puentes, edificios, ...). En este tema vamos a aprender:

- ❑ Qué son las estructuras.
- ❑ Cuáles son las fuerzas que soportan las estructuras y cómo lo consiguen.
- ❑ Cómo se construyen.
- ❑ Algunos tipos de estructuras muy utilizadas en nuestro entorno.

Para iniciar el estudio de este tema, lo primero que vas a hacer es una **lectura completa** (sin hacer todavía ninguna actividad) y un subrayado con marcador fluorescente. **Procura no abusar del subrayado.**

Después, realizarás en la libreta un resumen del tema que no ocupe más de una cara de una hoja. Observa la división en apartados. Recuerda que **resumir no es copiar**.

A continuación, haz una **nueva lectura** pero **realizando las actividades propuestas** en los recuadros.

Definición de estructura.

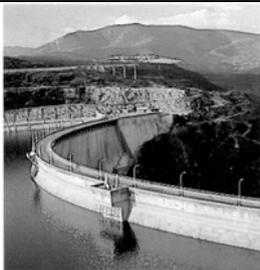
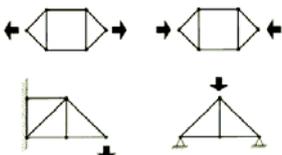
Una estructura es un conjunto de elementos estáticos (sin posibilidad de movimiento) unidos entre sí para soportar un conjunto de **cargas**. El sostenimiento de la estructura se logra gracias a fuerzas de resistencia interna llamadas **esfuerzos** que evitan que falle.

Para entender mejor esta definición, imagina que levantas un libro sobre la palma de tu mano. El libro pesa sobre la mano (es la carga) y a la vez, tú estás haciendo fuerza con el brazo para sostenerlo (el esfuerzo). El conjunto se puede mantener quieto cuando esas dos fuerzas se equilibran entre sí.

Definición de carga. Tipos de cargas.

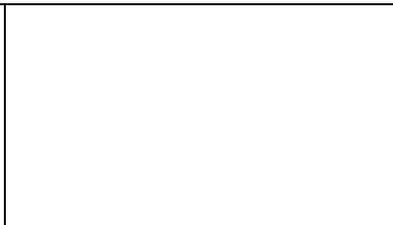
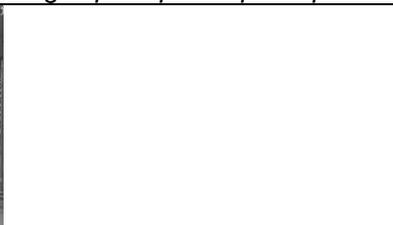
Las cargas son las **fuerzas externas** que actúan sobre las estructuras. Dichas fuerzas son las que causarían la caída de la estructura si no fuese suficientemente resistente. Los **tipos de carga** más habituales son:

- ❑ **Los pesos situados sobre las estructuras.** Por ejemplo los vehículos que pasan por un puente o las personas y muebles que descansan sobre los distintos pisos de un edificio. También puede ser una carga importante la nieve si se acumula en exceso en una cubierta.
- ❑ **El peso de la propia estructura.** En grandes estructuras (por ejemplo edificios), el propio peso de los materiales que lo componen es una de las cargas más importantes.
- ❑ **La presión del agua** como en el caso de un embalse.
- ❑ **La fuerza del viento** sobre superficies grandes.

	
Los _____ son una carga sobre el puente	La _____ del agua es una carga importante sobre la presa
	
Cuando se estudian y diseñan estructuras, las _____ se representan mediante flechas	En grandes estructuras, una de las cargas más importantes es _____

Completa los textos que acompañan a las figuras y las fotografías del texto anterior.

Observa estas fotografías. A la izquierda se ve un puente de grandes dimensiones y a la derecha un palacio de deportes. Supón además que el palacio de deportes está en una zona donde los inviernos son muy fríos. Escribe en el espacio en blanco las cargas principales que soportará cada una de las dos estructuras.



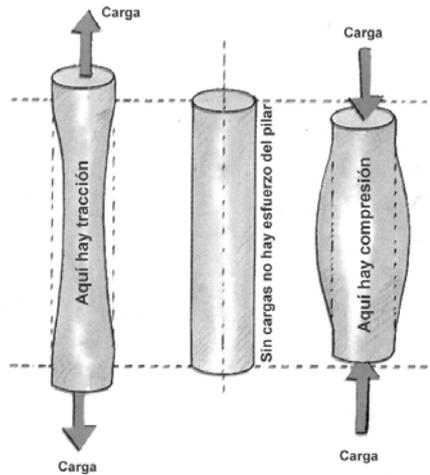
Definición de esfuerzo.

Los esfuerzos son **fuerzas internas** de resistencia que aparecen en las estructuras y que evitan que ésta falle. Recuerda el ejemplo del brazo sosteniendo un peso. Para que la estructura aguante las cargas, tienen que aparecer fuerzas dentro de las piezas que la componen, para que la estructura resista sin desmoronarse.

Cuando aplicamos cargas de cualquier tipo a una estructura, aparecen los esfuerzos resistiendo dichas cargas. Dicho con pocas palabras: cuando aplicamos una carga a una estructura, la estructura responde con un esfuerzo.

Tipos de esfuerzos.

Tracción. Cuando las cargas aplicadas tienden a estirar una parte de la estructura, se dice que dicha parte está sometida a un esfuerzo de tracción. Este sería el esfuerzo típico que hay en los cables de sujeción de una torre.



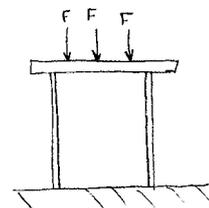
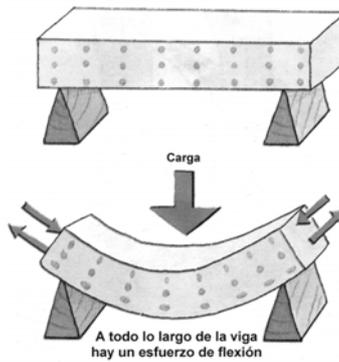
Los cables de este _____ atrantado estas sometidos a un esfuerzo de _____

Compresión. Cuando las cargas tienden a aplastar una parte de una estructura, se dice que aparece un esfuerzo de compresión. Este es el esfuerzo típico en un pilar o columna que soporta un peso.



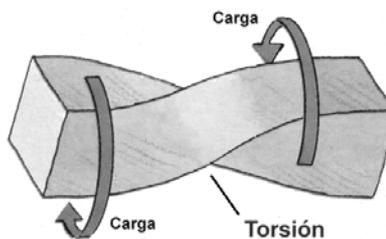
Los pilares están sometidos a un esfuerzo de compresión porque el puente que soportan tiende a _____

Flexión. Si aplicamos una carga a una pieza de forma que tiende a doblarse, aparece en ella un esfuerzo llamado de flexión. Este es el esfuerzo típico en vigas.



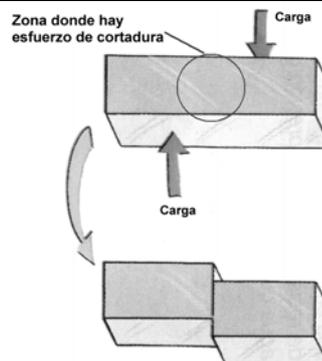
En esta estructura pórtico, la viga superior tendrá un esfuerzo de _____ porque las cargas tienden a doblarla.

Torsión. Cuando una carga aplicada sobre una pieza intenta retorcerla, entonces aparece dentro de dicha pieza un esfuerzo de torsión. Este es un esfuerzo poco usual en estructuras aunque si aparece en otras situaciones. Por ejemplo, cuando apretamos un tornillo sobre la madera, el tornillo tiene un esfuerzo de torsión.



Al usarlo, el destornillador tiene un esfuerzo de torsión porque lo _____

Cortadura o cizallamiento. Cuando una pieza sobresale de un apoyo y aplicamos una fuerza en el extremo (como si quisiéramos romperla o cortarla) aparece un esfuerzo de cortadura justo en el borde del apoyo. Este esfuerzo no es el mismo que el de flexión aunque aparecería en los dos puntos de apoyo de una viga sometida a flexión.



El borde donde estas vigas apoyan sobre el pilar está sometido a un esfuerzo de _____

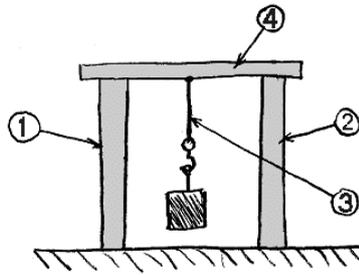
Completa los textos de las fotografías teniendo en cuenta la descripción de los distintos esfuerzos. Subraya dentro del texto de cada tipo de esfuerzo, una **palabra clave** que te ayudará a identificarlos (por ejemplo, la palabra clave para el esfuerzo de **tracción** es **estirar**).

Cómo identificar los esfuerzos en una estructura.

Para identificar los esfuerzos que hay en las distintas partes de una estructura primero tenemos que ver las cargas que hay aplicadas. Después observar el efecto que tienen esas cargas sobre cada una de las partes de la estructura.

Para conocer el efecto de las cargas sobre las partes de una estructura, puedes imaginar que, en vez de estar hechas de materiales resistentes, son de un material más blando. Después piensa que pasaría con cada una (si se aplasta, se estira, se dobla se retuerce o se corta).

Dependiendo de lo que le pase a cada pieza, y recordando las palabras clave, podremos saber el esfuerzo que hay en cada pieza



¿Qué le pasaría a la pieza si fuese blanda?	Esfuerzo al que está sometida la pieza
1 Se aplastaría	1 Compresión
2	2
3	3
4	4

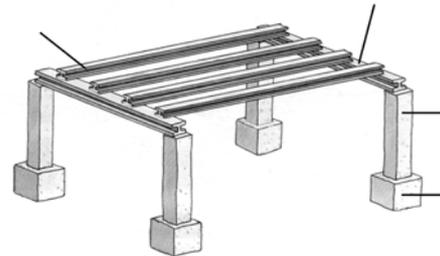
Completa la tabla que acompaña a esta figura. Para poder hacerlo, tienes que haber encontrado previamente las palabras clave sobre los tipos de esfuerzo.

Elementos resistentes en las estructuras

Las estructuras están compuestas por diversos elementos cuyo nombre depende de su disposición y función. Estos son los más importantes.

Vigas y viguetas. Las vigas apoyan sus extremos directamente sobre los pilares. Varias viguetas se apoyan entre dos vigas para crear el suelo de un edificio. El espacio entre las viguetas se rellena con piezas de cerámica y cemento (a esto se le llama forjado). Las cargas que puede haber sobre vigas y viguetas son los pesos de personas y muebles que habrá dentro del edificio construido. Entonces hay una tendencia a doblarse bajo dicho peso. Por tanto, el esfuerzo al que están sometidas es el de _____.

Pilares y columnas. Son elementos de soporte alargados y verticales. Soportan sobre su dirección longitudinal el peso de otras partes de la estructura que están por encima de ellos. Por lo tanto, los pilares y columnas están sometidos habitualmente a un esfuerzo de _____.



Zapatas. Son grandes bloques de hormigón que quedan enterrados bajo el nivel del suelo y tienen la misión de soportar todo el peso de la estructura que tienen encima. Están sometidas por tanto a un esfuerzo de _____.

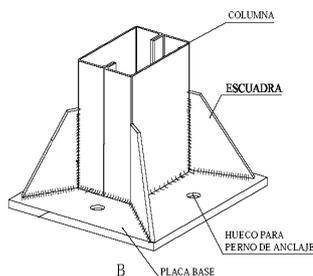
Tirantes. Son barras o cables de acero que sirven para sujetar o dar equilibrio a la estructura o para sujetar dos partes de la estructura entre sí. Del nombre se deduce que el esfuerzo al que están sometidos es _____.

Riostras. Son barras o perfiles de acero que refuerzan las estructuras metálicas para darles más rigidez. Pueden identificarse fácilmente porque son las piezas que dividen en triángulos los huecos de una armadura. Pueden estar sometidas a esfuerzos de tracción o compresión.

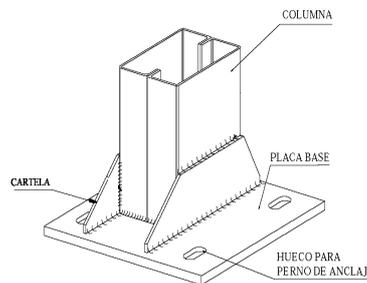
Escuadras y cartelas. Son elementos de refuerzo en los puntos de unión de las piezas de una estructura metálica. Se unen a las piezas de la estructura con tornillos o mediante soldadura.



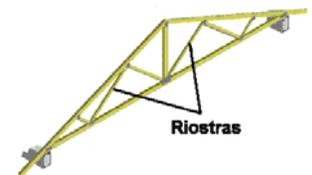
Observa los tirantes que sujetan esta antena



Las escuadras suelen unirse a la estructura por medio de soldadura



Las cartelas cubren un lateral de esta columna de acero

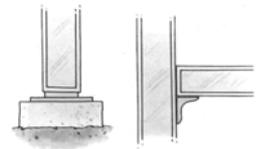


Las riostras triangulan esta cercha. Al conjunto de riostras de una estructura se le llama "arriostrado".

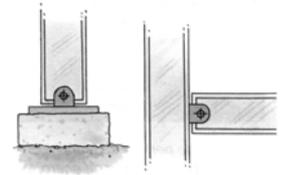
Completa los nombres que faltan en el texto y en la figura de más arriba.

Tipos de uniones entre los elementos de una estructura.

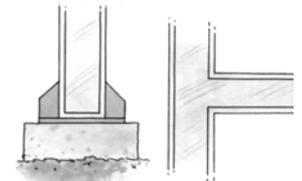
Apoiada. No es un tipo de unión propiamente dicho. En algunos puntos de la estructura las piezas no se unen físicamente sino que quedan apoyadas. Esto permite pequeños desplazamientos que pueden ser debidos a grandes cargas o a la dilatación por cambios en la temperatura.



Articulada. Este tipo de unión permite que uno de los elementos gire respecto al otro. Este tipo de unión evita que aparezcan esfuerzos excesivos de flexión en estos puntos. No puede haber unión articulada en muchos puntos porque la estructura no sería estable. Puede haber uniones articuladas en todos los puntos si la estructura es triangulada (se estudia en un apartado posterior del tema).



Rígida. No permite ningún tipo de desplazamiento entre los elementos unidos. Los puntos donde existe una unión rígida pueden ser puntos débiles de la estructura porque se acumulan esfuerzos de flexión peligrosos, aunque no tiene que haber ningún peligro si está correctamente diseñada.



La forma en que se unen los elementos de una estructura depende además del tipo de material:

- Las estructuras de hormigón de los edificios o puentes forman uniones siempre rígidas porque el cemento que contiene forma una masa compacta.
- Si las estructuras están hechas de perfiles de acero (mira el apartado siguiente), podemos unirlos por medio de pernos (tornillo-tuerca) o por medio de soldaduras.

El acero en las estructuras. Los perfiles.

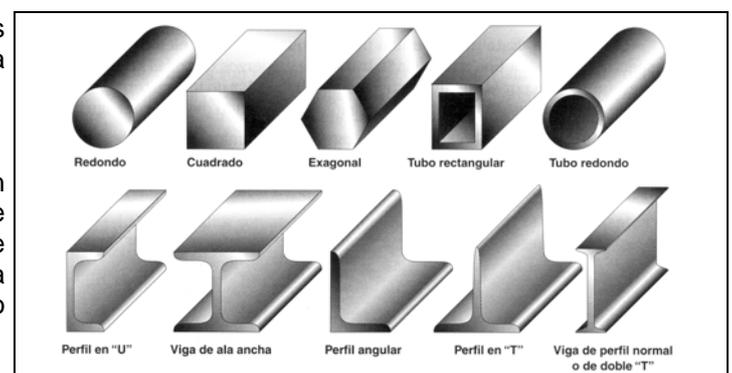
El acero es uno de los materiales más importantes en la construcción de estructuras. Se utiliza principalmente de dos maneras:

- ❑ Como armadura en estructuras de hormigón para edificios, puentes, embalses, muros de todo tipo, etc. En este caso, el acero va dentro del hormigón para formar un conjunto más resistente. La armadura de acero que lleva el hormigón está hecha de barras o perfiles de acero macizo.
- ❑ Formando con perfiles la estructura completa. En este caso, la estructura puede estar desnuda (por ejemplo una torre metálica de alta tensión) o estar cubierta para protegerla o para crear espacios cerrados (por ejemplo una nave industrial).



Tipos de perfiles. Aquí te presentamos las formas más utilizadas para perfiles de acero. Ten en cuenta que de cada tipo hay siempre además varias medidas.

Sección y resistencia a la flexión de un perfil. Un perfil no tiene por qué ser más resistente a doblarse (es decir cuando lo sometemos a un esfuerzo de flexión) cuanto más grueso sea. La resistencia a flexión depende mucho de la forma del perfil y no tanto de la cantidad de material que lleve.



Para hacer comparaciones sobre la resistencia a la flexión, vamos a considerar **perfiles que tengan la misma cantidad de material.**

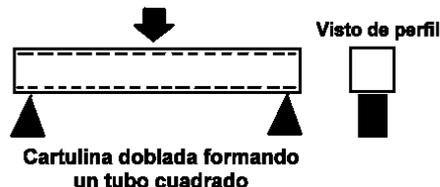
Podemos establecer una **regla general**: el perfil que soporta mejor los esfuerzos de flexión será aquel que tenga más cantidad de material hacia su parte superior e inferior, lejos del centro.

Por ejemplo, **considerando que tienen la misma cantidad de material**, el perfil “viga de ala ancha” (mira el cuadro de la página anterior) resistirá mejor a flexión que un perfil macizo redondo o cuadrado, aunque éstos dan sensación de más solidez.

Esta actividad se realizará en clase en grupos formados por el profesor (continúa con las siguientes).

Coge una cartulina tamaño A4, y dóblala en su sentido longitudinal, dos veces a la mitad de forma que quede como si fueran cuatro láminas delgadas pegadas entre sí. Después colócala sobre dos apoyos situados en sus extremos y cárgala poco a poco en su punto medio (por ejemplo, con trozos de madera o un estuche). Observa el peso que hizo falta para que la viga se doblara.

Repite el experimento, pero ahora forma un tubo cuadrado con la cartulina. Pega los bordes con celo o cinta aislante y pon algún elemento que evite que se pliegue el tubo (cinta aislante o celo en diagonal en los agujeros de los extremos). Repite el proceso de añadir carga. Observa el peso que hizo falta esta vez para vencer por flexión el perfil.



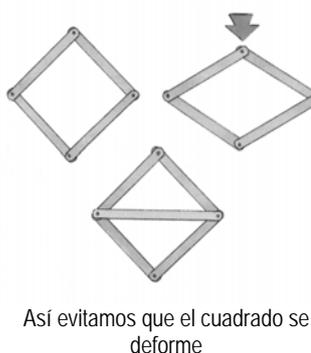
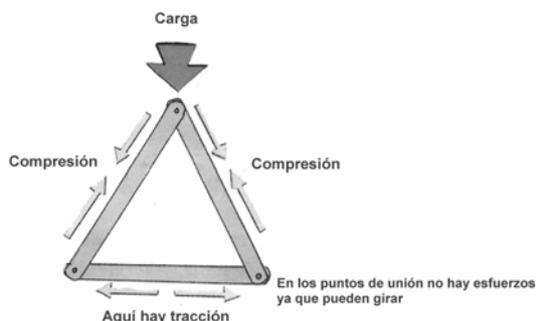
Algunas estructuras sencillas.

Estructuras trianguladas. Existen muchas estructuras que están formadas a base de triángulos unidos entre sí. Estas estructuras tienen dos características muy importantes:

- ❑ Tienen una gran resistencia.
- ❑ Son bastante ligeras.



La razón para que todos los huecos de la estructura sean triangulares es que el triángulo es una figura que no se puede deformar aunque los puntos de unión estén articulados.



Si las uniones entre las distintas piezas de una estructura están articuladas, aparecen dos ventajas muy interesantes:

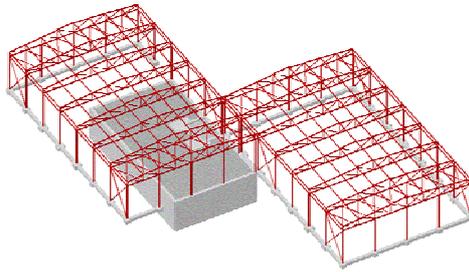
- Las articulaciones no tendrán esfuerzos de flexión, que son los más peligrosos en los puntos de unión.
- Los únicos esfuerzos que aparecen son de tracción y compresión en los perfiles o barras de la estructura. Los esfuerzos de tracción y compresión son menos peligrosos y más fáciles de controlar poniendo perfiles más gruesos si hace falta.

Esta actividad se realizará en clase en grupos formados por el profesor (continúa con las siguientes).

Observa las figuras anteriores sobre triangulación. Con los materiales que te dé el profesor, monta un triángulo y un cuadrado. El cuadrado necesitará una pieza en diagonal para convertirse en rígido.

Cerchas. Las cerchas son estructuras trianguladas que sirven para soportar la cubierta de grandes espacios. Podría decirse que hacen la función de grandes vigas. Se utilizan en construcciones como por ejemplo:

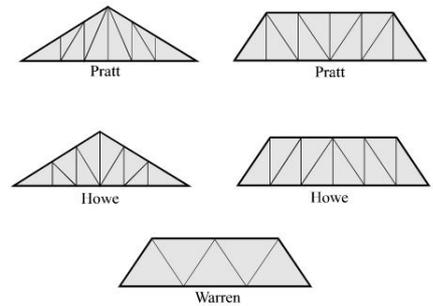
- Naves industriales.
- Palacios de deportes.
- Estadios cubiertos.
- Hangares para aviones.



Naves industriales y un hangar cuya cubierta se apoya en cerchas

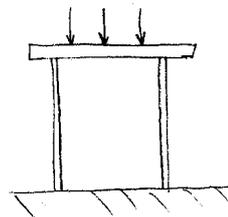


Dependiendo del diseño, existen varios tipos de cerchas. En la figura de la derecha tienes algunos de los tipos de cercha más utilizados. A la izquierda, un conjunto de cerchas en forma de arco que servirán para soportar la cubierta de un hangar para aviones.



Pórticos. Los pórticos son estructuras formadas por dos pilares y un elemento que sirva de soporte a un techo para crear espacios interiores. Dependiendo la forma en que se cierra por su parte superior podemos tener distintos tipos de pórtico:

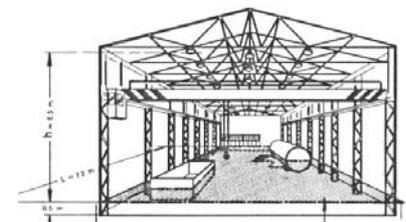
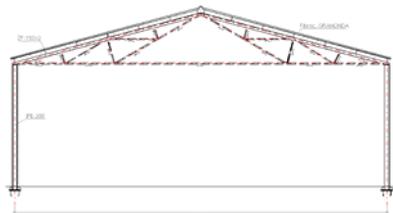
Pórtico simple. Sobre los dos pilares se coloca una viga simple que suele ser un perfil de acero en doble T. Estos pórticos no suelen ser muy grandes porque sino la viga tendría que soportar esfuerzos de flexión muy grandes. Estos pórticos se utilizan en pequeñas estructuras: cobertizos, pequeños locales. También se utilizan para estructuras de varios pisos donde cada piso está formado por dos o más pórticos.



Pórtico a dos aguas. El cierre superior se logra uniendo dos perfiles (que suelen ser de doble T) en forma de tejado. Se utilizan en naves industriales pequeñas.



Pórtico con cercha. Para cerrar la parte superior se utiliza una cercha como las que hemos estudiado en el apartado anterior. Se utilizan para la construcción de grandes espacios cerrados: naves industriales, hangares de aviones.



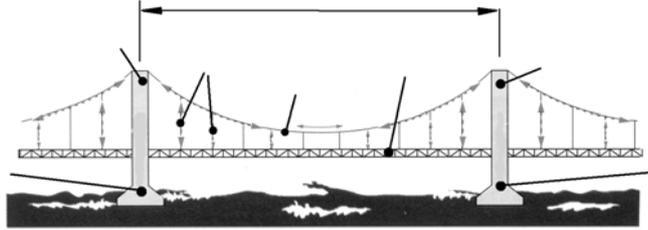
Como puedes observar, la construcción de grandes espacios resulta bastante sencilla de entender. Primero se construyen un número de pórticos alineados para generar el espacio interior necesario. Después se unen los pórticos con unos perfiles llamados correas y finalmente la nave se cierra con grandes chapas onduladas.

Marca en estas últimas fotografías un pórtico en cada una de ellas y dos correas en la de la izquierda. Utiliza un rotulador de color para que destaque. Nombra además estos elementos en el espacio que hay encima de las fotos.

Los puentes.

Los puentes son un tipo de estructura civil muy abundante en todos los países del mundo desde hace muchos siglos porque han sido la solución para atravesar ríos y otras dificultades orográficas del terreno.

Elementos de un puente. Razona sobre el significado de los siguientes términos y asígnalos como partes del puente de la figura: *tablero, pilar o torre, apoyo, cable principal, cables secundarios, luz entre apoyos.*



Los puentes se fabricaban antiguamente de materiales como madera o piedra aunque actualmente se fabrican casi siempre de acero, de hormigón o de una combinación de ambos tipos de materiales. Veamos las ventajas e inconvenientes de construir puentes con estos materiales:

Puentes metálicos (de acero). Se construyen con mucha rapidez ensamblando los perfiles o conjuntos de perfiles que lo forman. Además permiten grandes luces. Sin embargo son caros y su mantenimiento es más complicado porque el acero a la intemperie puede deteriorarse rápidamente.



Puentes de hormigón. Son más baratos que los de acero pero la máxima luz entre apoyos es menor. Permiten un montaje rápido si se construyen con elementos prefabricados y tienen un escaso mantenimiento porque aguantan muy bien la acción de los agentes atmosféricos.



Puentes de acero y hormigón. Hoy día se tiende a combinar las ventajas del acero y del hormigón para construir puentes más grandes, más baratos y más duraderos. En estas fotos se muestra el viaducto de Millau (Francia) que combina acero y hormigón.



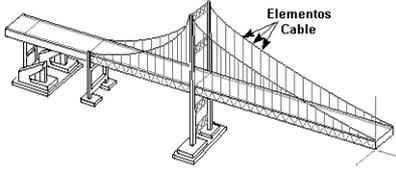
Tipos de puentes.

Existen muchas clasificaciones de puentes según el material, según los elementos de soporte, según su método de construcción. En este apartado vamos a ver tipos de puentes, englobando a los más importantes pero sin pretender hacer una clasificación rigurosa:

- ❑ **Puentes de vigas en armadura.** El puente está formado por una o varias vigas apoyadas en pilares. Además, cada viga está formada por una armadura de acero triangulada similar a una cercha.
- ❑ **Puente de hormigón sustentado sobre pilares.** El tablero del puente se apoya sobre pilares de hormigón y no tiene ninguna estructura que lo refuerce.
- ❑ **Puentes sustentados por armadura triangulada.** El tablero se sustenta gracias a una armadura de acero triangulada que sirve para que el puente esté sujeto a ella en su interior o suspendido con cables.
- ❑ **Puentes de arco de hormigón.** El tablero se apoya mediante unos delgados pilares interiores en uno o varios arcos de hormigón.
- ❑ **Puentes de arco en armadura de acero.** Son similares a los anteriores pero el arco o los arcos están contruidos en armadura triangulada de acero.
- ❑ **Puentes colgantes.** Entre unas grandes torres, cuelgan dos cables principales de gran extensión y grosor. De estos cables cuelgan a su vez otros cables secundarios verticales a los que va enganchado el tablero en toda su longitud (recuerda la actividad de la página anterior).

- ❑ **Puentes atirantados.** El tablero del puente se sujeta mediante tirantes a una, dos o más grandes torres. Las torres suelen ser de hormigón y los cables de acero.
- ❑ **Puentes levadizos.** Son puentes (generalmente de acero) que disponen de un mecanismo para abrir paso a los barcos retirando o elevando una de sus secciones.

En esta tabla tienes fotografías de puentes. Identifica el tipo de cada uno y escríbelo debajo.

Ahora, comienza a realizar las actividades propuestas en las siguientes páginas.

Ten en cuenta que toda la información necesaria está en los apuntes.

ACTIVIDADES BÁSICAS.

1. Define lo que es una estructura.
 2. Define en una línea lo que son las cargas.
 3. Define en una línea lo que son los esfuerzos.
 4. Enumera cuatro tipos de cargas.
 5. Enumera los cinco tipos de esfuerzos y la palabra clave para identificarlos.
 6. ¿A qué tipo de esfuerzo está sometido un listón de madera si lo retorremos?.
 7. Explica lo que es un pilar o columna y di el esfuerzo que tiene habitualmente
 8. Explica lo que es una viga y di el esfuerzo que tiene habitualmente.
 9. ¿Cómo se llaman las piezas que dividen en triángulos los huecos de una estructura triangulada?
 10. Explica en dos líneas la diferencia entre la unión rígida, la articulada y la apoyada en las estructuras.
 11. Indica dos estructuras donde se utilicen perfiles de acero desnudos.
 12. Indica dos estructuras donde se utilice hormigón con armadura de acero (hormigón armado).
 13. Dibuja la sección de un perfil en U y otro en doble T.
 14. Di las dos características más importantes de las estructuras trianguladas.
 15. Dibuja una cercha con forma exterior triangular.
 16. Dibuja un pórtico simple, un pórtico a dos aguas y un pórtico con cercha.
 17. Dibuja un puente sostenido por dos pilares (dibuja primero el terreno) y señala los siguientes elementos: pilar, tablero, luz entre apoyos.
 18. Di una ventaja y un inconveniente de los puentes de acero.
 19. Di una ventaja y un inconveniente de los puentes de hormigón.
 20. Dibuja un puente colgante de dos torres y uno atirantado también de dos torres.
-

21. Identifica los distintos tipos de esfuerzo que existen en las piezas de las siguientes estructuras.

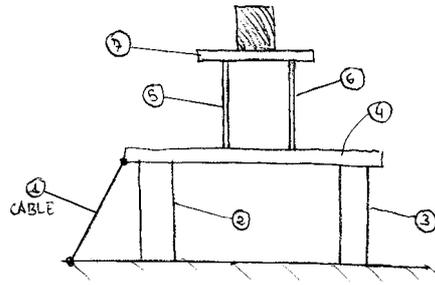


Figura a)

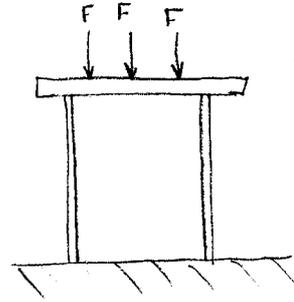
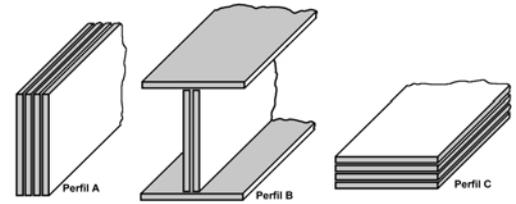


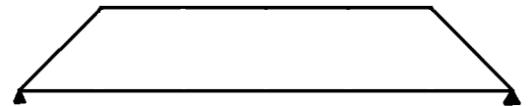
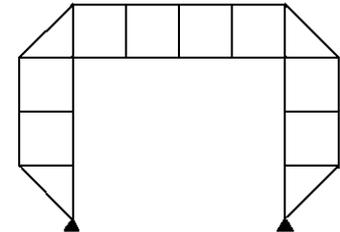
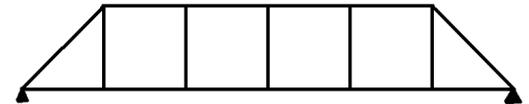
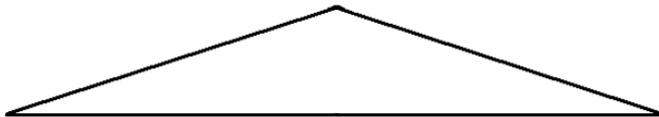
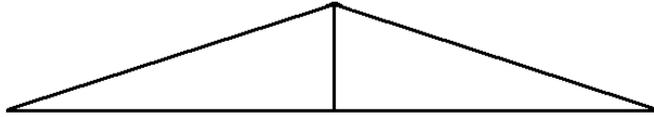
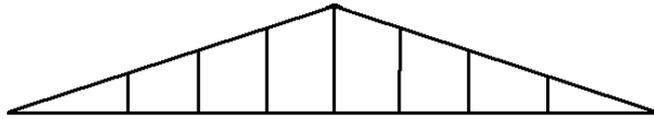
Figura b)

22. Observa la estructura de la figura b) del ejercicio anterior. ¿Qué nombre reciben habitualmente las piezas verticales y la horizontal?

23. Las figuras siguientes representan varios perfiles construidos con varias láminas iguales de acero. Indica cuál aguantará mejor un esfuerzo de flexión (como todos están hechos con el mismo número de láminas, todos tendrán exactamente la misma cantidad de material). Justifica la respuesta.



24. Refuerza las siguientes estructuras mediante triangulación. Procura que la estructura final sea simétrica.



ACTIVIDADES DE REFUERZO.

25. ¿Qué fuerzas sostienen en pie las estructuras?

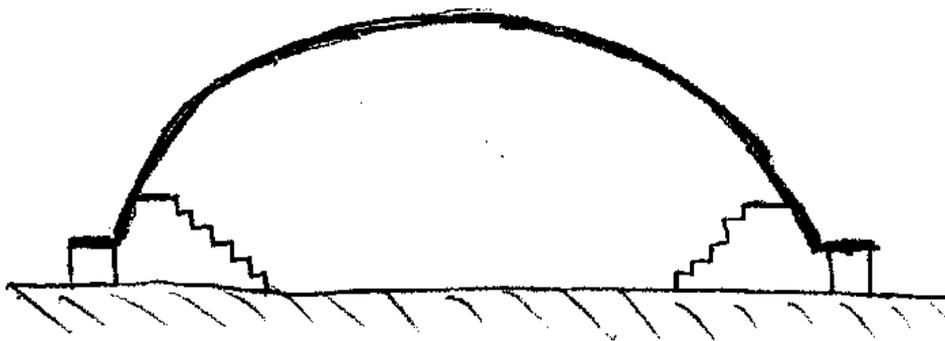
26. Explica la diferencia entre carga y esfuerzo.

27. Explica lo que es una zapata y di el esfuerzo que tiene habitualmente.

28. Explica lo que es un tirante y di el esfuerzo que tiene habitualmente.

29. ¿Cómo sabemos que una pieza está sometida a un esfuerzo de compresión o tracción?

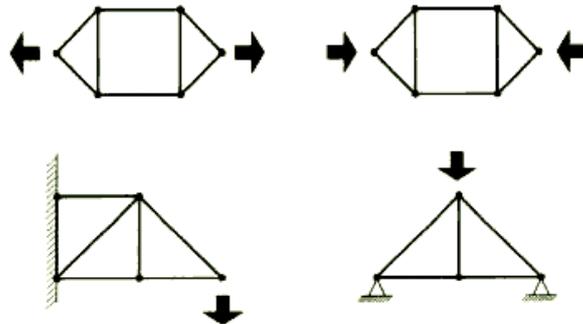
30. Explica lo que es el arriostrado.
31. ¿En qué se diferencian las vigas de las viguetas?
32. ¿De qué tipo son las uniones en las estructuras de hormigón? ¿Por qué?
33. ¿Cuáles son las dos técnicas que se utilizan para unir los perfiles de acero?
34. ¿Qué tipos de esfuerzo aparecen en las estructuras trianguladas?
35. ¿Qué esfuerzos se evitan en las estructuras trianguladas y en qué puntos?
36. Explica cómo sería la estructura para formar un gran espacio interior.
37. Dibuja un puente de arco de hormigón y un puente de viga en armadura con dos tramos y un apoyo intermedio (dibuja primero el perfil del terreno donde se van a apoyar los puentes)
38. ¿Qué tipo de puente es el viaducto de Millau?
39. ¿Cuáles son las principales cargas que puede sufrir un gran cartel de publicidad?
40. ¿Cuál es la carga más importante en las grandes estructuras?
41. Tenemos dos perfiles de acero del mismo peso para una viga: uno cuadrado macizo y otro en "U". Contesta lo siguiente:
a) Si vamos a poner una viga, ¿Qué esfuerzo tiene que soportar?
b) ¿Cuál de los dos perfiles te parece más adecuado para esta viga?
42. Se pretende construir un palacio de deportes cuya cubierta sea como la de la figura. Diseñar una estructura metálica triangulada en el interior o exterior de la cubierta que sirva para soportarla (hazlo a lápiz para poder corregir).



ACTIVIDADES DE AMPLIACIÓN.

43. Di cuáles son las fuerzas que actúan sobre las estructuras y cuáles las que las contrarrestan.
44. ¿Podemos utilizar sólo uniones articuladas en estructuras que no sean trianguladas? ¿Por qué?
45. ¿En qué tipo de unión se utilizarán las escuadras y las cartelas?
46. ¿Qué tipos de perfil aguantarán mejor los esfuerzos de flexión?
47. Si tenemos un perfil hueco rectangular y queremos colocarlo como viga, ¿en qué posición ha de situarse y por qué?
48. ¿En qué puntos de una estructura pueden aparecer esfuerzos peligrosos de cortadura?
49. ¿Cuál es la ventaja de utilizar cerchas en lugar de perfiles macizos para pórticos de grandes dimensiones?
50. ¿Cómo podemos controlar la intensidad de los esfuerzos en una armadura triangulada?
51. En una estructura triangulada sólo puede haber dos tipos de esfuerzo, ¿cuáles son?
52. Enumera los componentes del hormigón (deberás buscar en un diccionario, enciclopedia o en internet).
53. Dibuja un pórtico con cercha tipo HOWE triangular.
54. ¿De qué material suelen estar contruidos los viaductos de una carretera o autovía? ¿Por qué razones?

55. Indica el tipo de esfuerzo que habrá en cada uno de los perfiles (cada una de las barras) de estas estructuras trianguladas. (observa la figura del triángulo en la página 5).



56. Imagina que dispones de tres láminas iguales de acero, delgadas y largas. ¿Cómo las unirías para formar un perfil de alta resistencia a la flexión? (Haz un dibujo de la sección).
57. Dibuja un pórtico a dos aguas e indica de qué tipo harías cada una de las uniones (no deben ser todas rígidas).
58. Observa las dos naves que hay en la primera figura de la página 6.
a) ¿Cuántos pórticos hay en cada nave?
b) ¿De qué tipo son los porticos?
-