

Estructures i esforços mecànics



INTRODUCCIÓ

Una **estructura** és un conjunt d'elements, de diferents **materials**, units entre ells, que ha de resistir les **forces** que actuin sobre ella.

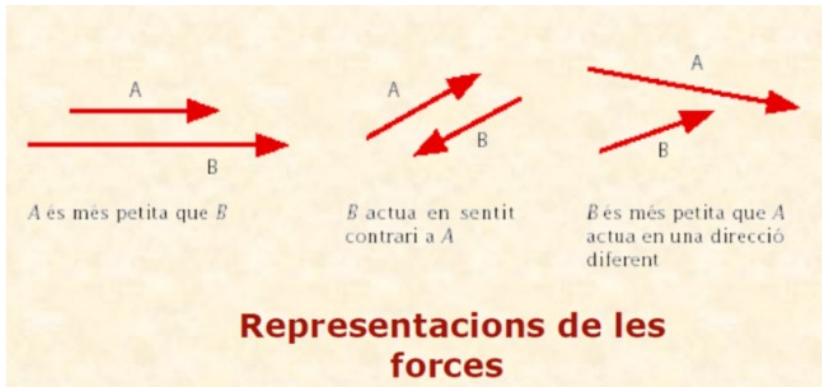


En **tecnologia**, les **estructures** són el principi de qualsevol objecte que es construeixi. Les expressam amb **dibuix tècnic** i les construim amb **materials** dels quals coneixem les seves **propietats**.

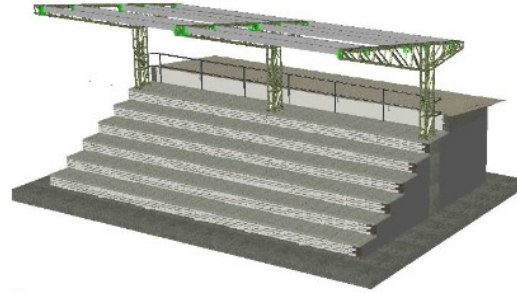
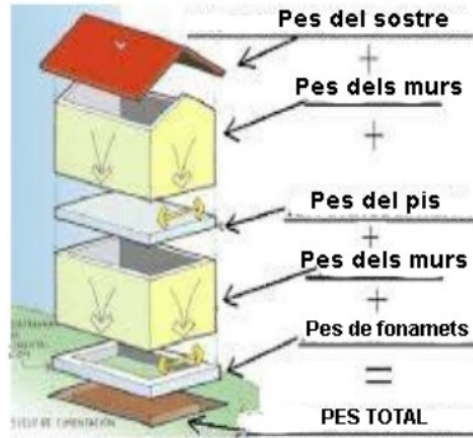
Una aplicació molt important del disseny d'estructures és l'**arquitectura** i la construcció d'edificis. Però també ho és la construcció de **vehicles**, de **maquinària**, de **mobiliari**...

1 - FORCES, CÀRREGUES I ESFORÇOS

Una **força** és la manifestació física d'un cos que es mou. Es pot fer l'estudi de **cossos en moviment** (vehicles, parts mòbils d'una màquina), **pesos, impactes, estirades, pressió** (força sobre un cos sense arribar a moure'l), **moviments giratoris**...



Una **càrrega** és un pes o una força que s'imposa sobre una estructura, i que aquesta ha de suportar.



Càrregues mortes Les que es mantenen constants durant l'existència de l'estructura. El seu propi pes.

Càrregues vives La gent que entra i surt d'un edifici, el mobiliari i material que hi ha a dins, l'acció del vent...

Càrregues accidentals Forces inesperades, però possibles. Moviments del terreny, impactes per accident, fenòmens sísmics...

Un **esforç** és la resposta d'un element estructural a la força que se li aplica. Cada element es troba sotmès a diferents tipus d'esforços segons la posició que ocupa en l'estructura i el tipus de càrrega que suporta.

Si l'esforç és superior al **límit de resistència de l'element**, aquest es pot **deformar** o **trencar-se**. Aquest límit depèn del **material** (propietats com la duresa i l'elasticitat) i de la **forma** de l'element.

Hi ha 5 tipus d'esforços

TRACCIÓ



COMPRESSIÓ



FLEXIÓ



TORSIÓ



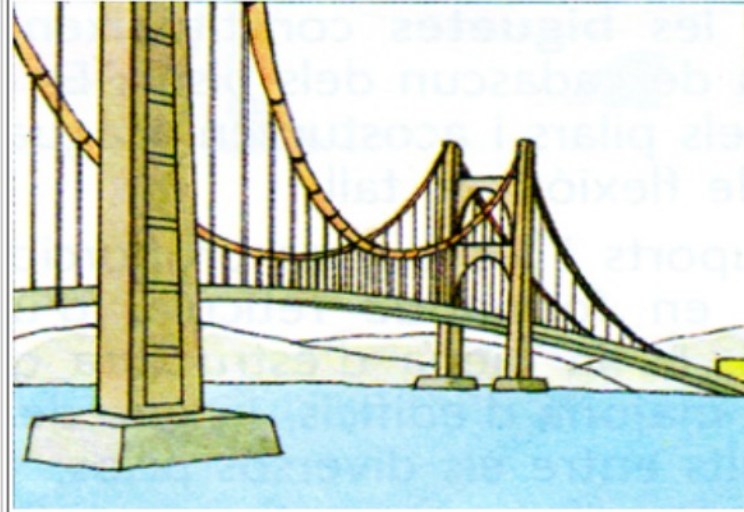
TALL o
CISALLAMENT



TRACCIÓ

Es presenta quan les càrregues que actuen sobre una peça tendeixen a **estirar-la**.

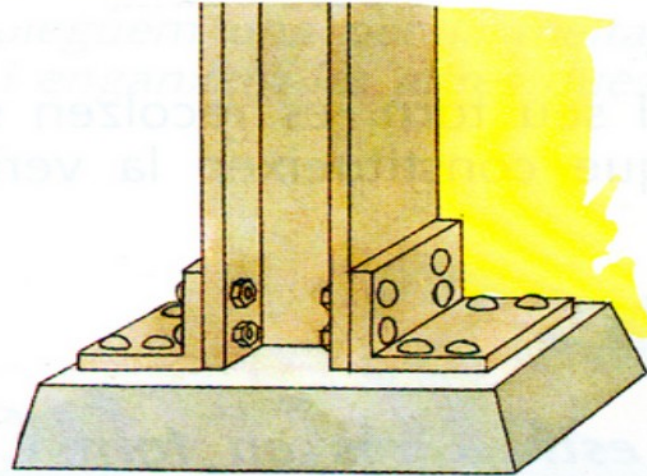
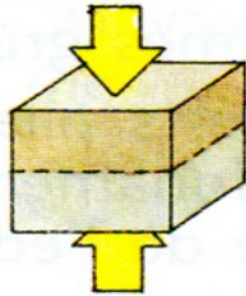
Exemple, els «fils» que sostenen un pont penjat.



COMPRESSIÓ

Es produeix quan les càrregues que actuen sobre un element tendeixen a **aixafar-lo**.

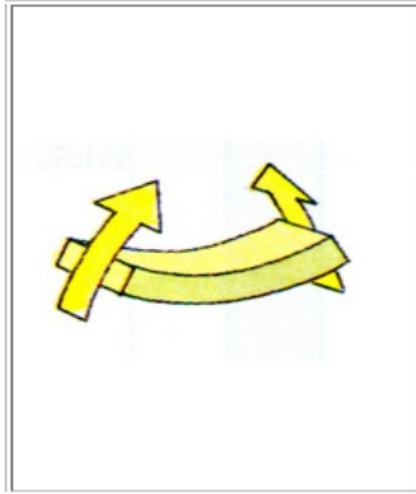
Exemple, els suports o pilars d'un edifici.



FLEXIÓ

Es produeix quan les càrregues que actuen sobre una peça tendeixen a **doblegar-la**.

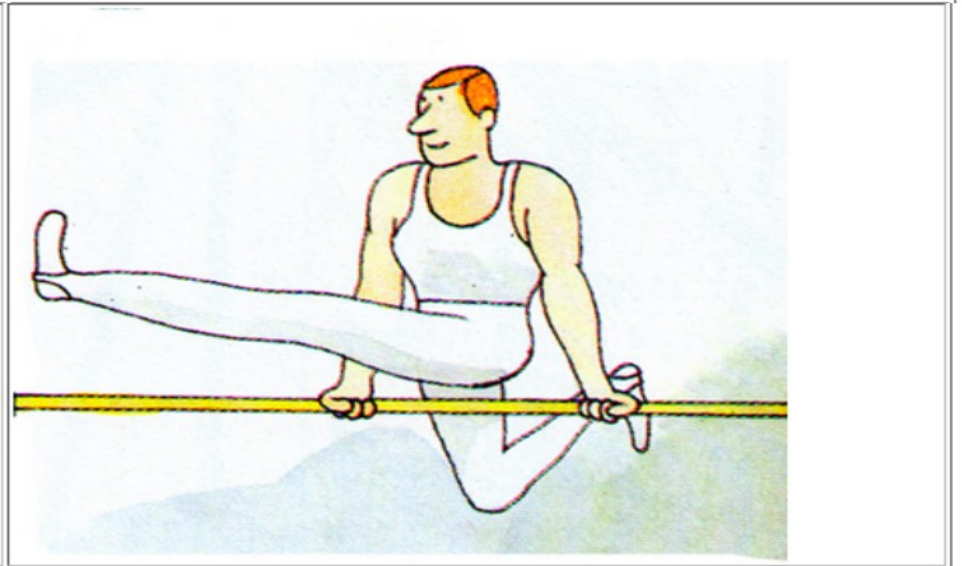
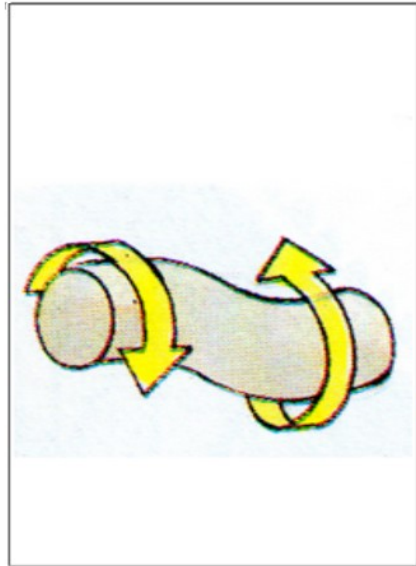
Exemple, una passarel·la.



TORSIÓ

Es dona quan les càrregues que actuen sobre un element tendeixen a **retorçar-lo**.

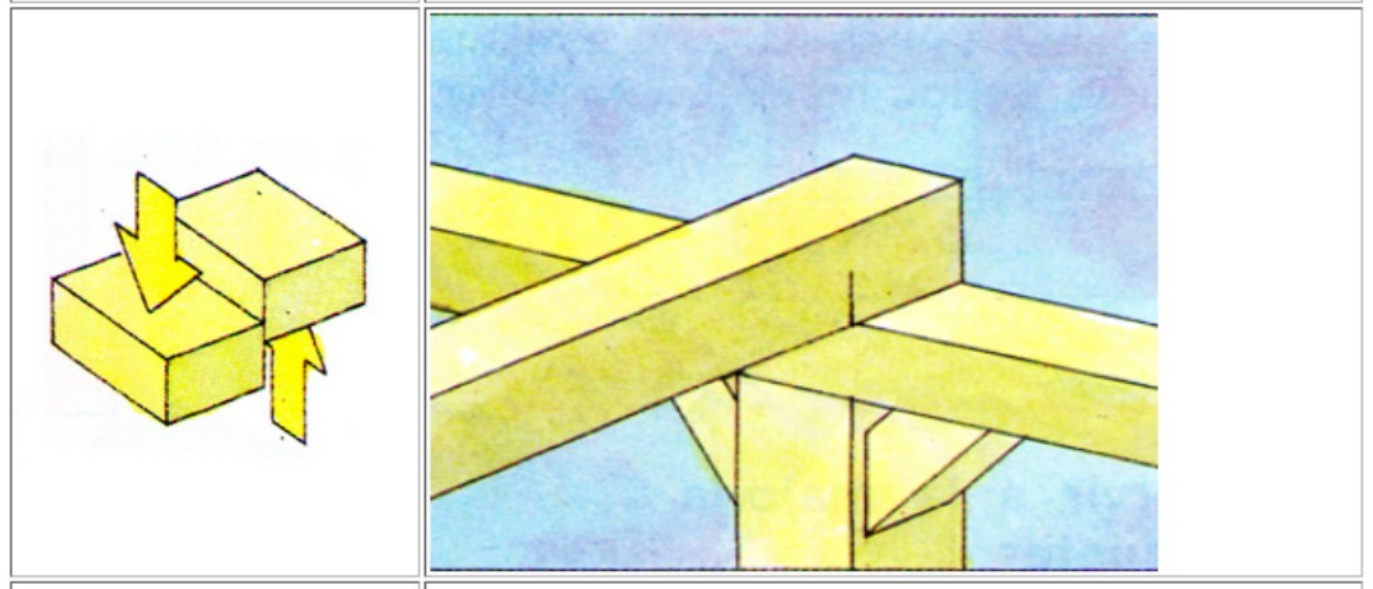
Exemple, una barra fixa quan un gimnasta hi gira al voltant (el fregament de les seves mans fa que la barra es torci lleugerament).



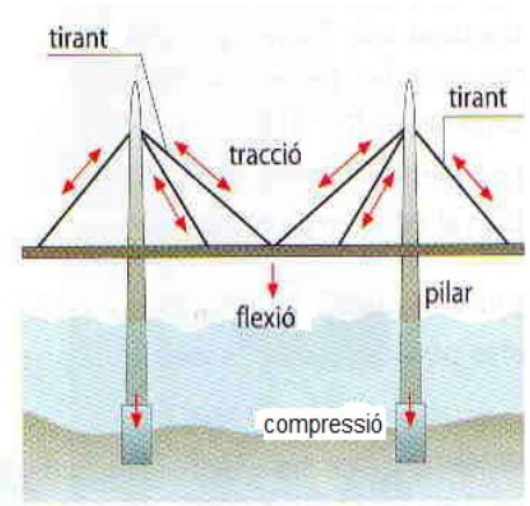
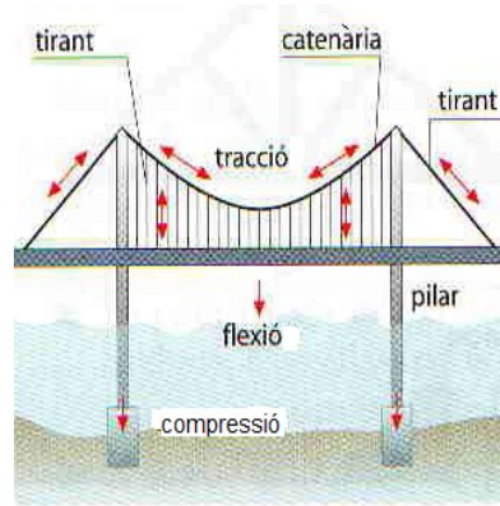
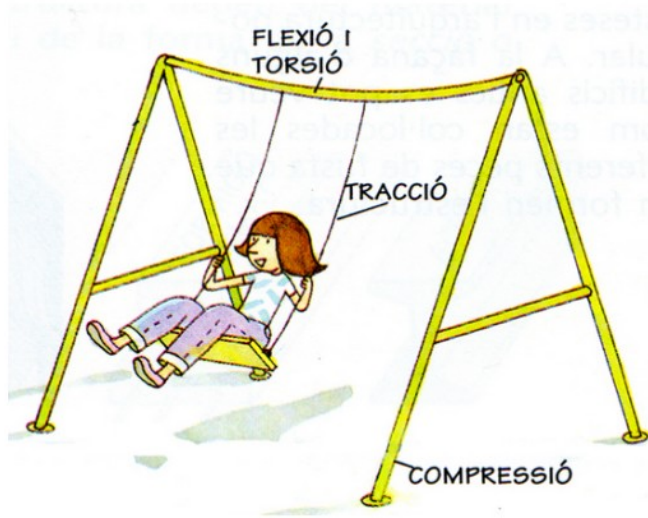
TALL o CISALLAMENT

Es dona quan les càrregues que actuen sobre un element tendeixen a **esquinçar-lo o tallar-lo**.

Exemple, les bigues en les zones de suport.



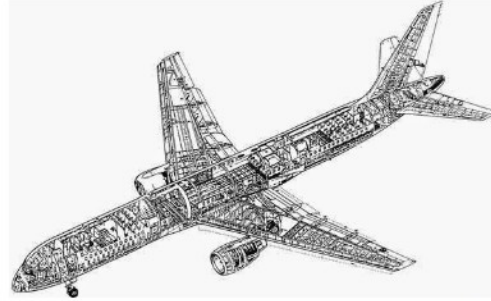
En una estructura s'acostumen a presentar més d'un tipus d'esforç diferent de forma simultània. Cada element té la funció de suportar-ne al menys un



*Subratllat = elements estructurals
Fletxes vermelles = esforços*

2- ESTRUCTURES

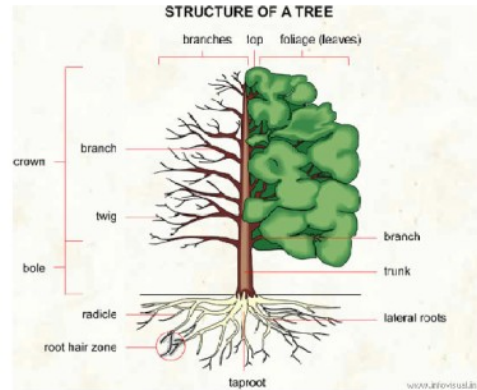
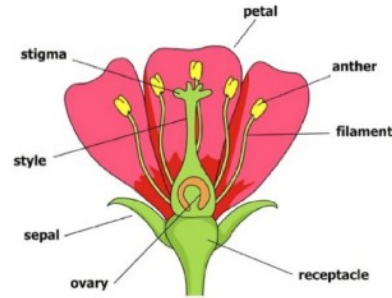
Una estructura és un **conjunt d'elements** units entre ells de tal forma que és capaç de **suportar esforços** imposats per **càrregues** sense **deformar-se** massa ni **trencar-se**



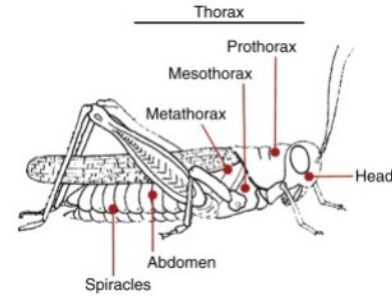
Hi ha estructures d'origen natural:



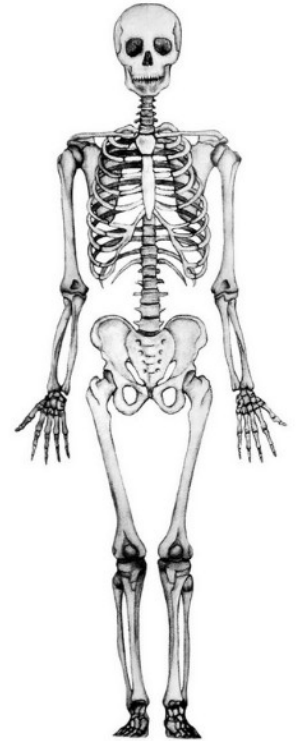
D'origen **mineral**: flocs de neu, coves...



D'origen **vegetal**: elements de suport, elements que es repeteixen...



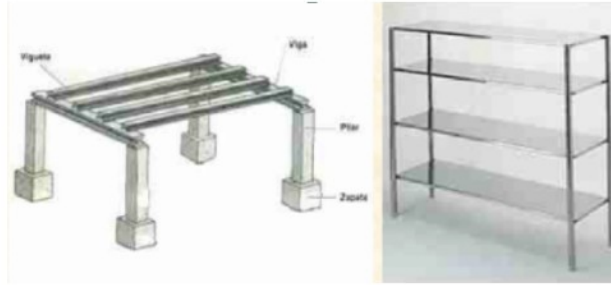
D'origen **animal**: exosquelet, esquelet intern...



2-1 Funcions principals de les estructures



RESISTÈNCIA Ha de suportar l'acció de forces exteriors i interiors



RIGIDESA Ha d'aguantar el propi pes i el de les càrregues que tengui a dalt sense deformar-se excessivament



ESTABILITAT No ha de caure, ni bolcar, degut a les càrregues que suporta o a la seva forma

Altres funcions de les estructures

PROTEGIR OBJECTES

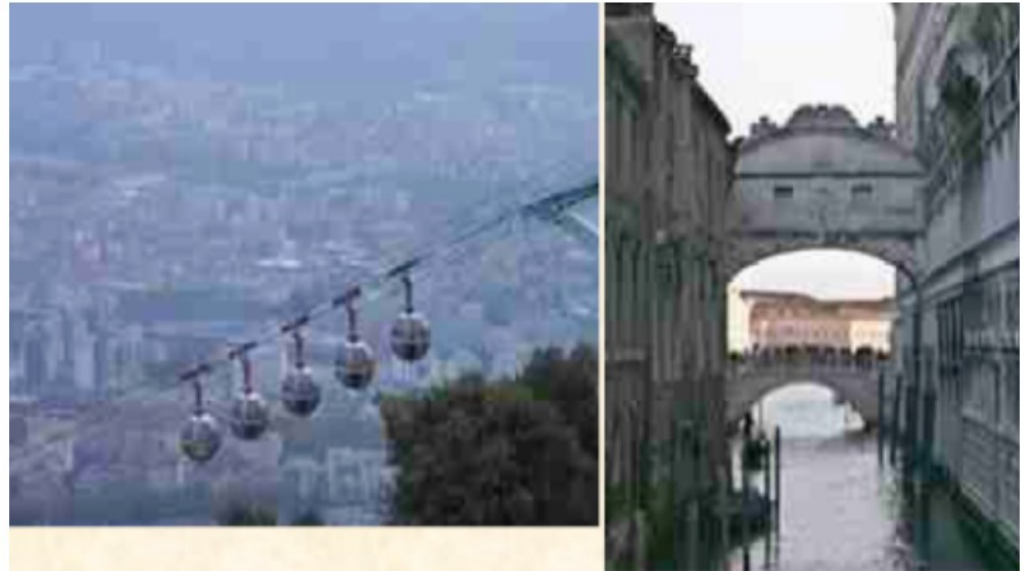
Caixes,
embalatges..



Donar **RIGIDESA**
a elements previs:
Porta blindada,
armadura del
formigó...



SALVAR DISTÀNCIES Ponts, grues...



... i n'hi ha més!!

2-2 Elements estructurals

Índex:

A - **Perfils** de diferents formes i materials

Elements arquitectònics verticals: columnes, pilars,

Elements arquitectònics horitzontals: bigues, travessers, jàsseres, llindes

B - **Plaques o làmines**

Elements arquitectònics: parets mestres

C – **Massa estructural**

Elements arquitectònics: fonaments

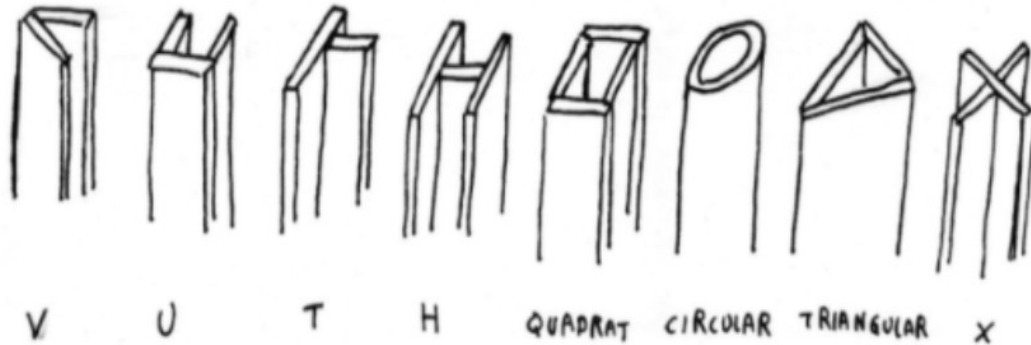
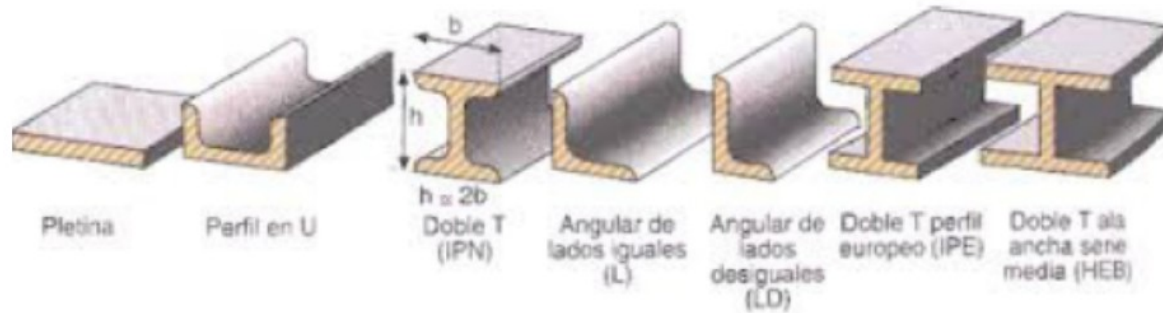
D – **Tirants**

Altres elements estructurals, sobretot arquitectònics:

- Arcs = Voltes = Cúpules
- Tornapunts i arbotants
- Escaires
- Costelles
- Suports

A – PERFILS

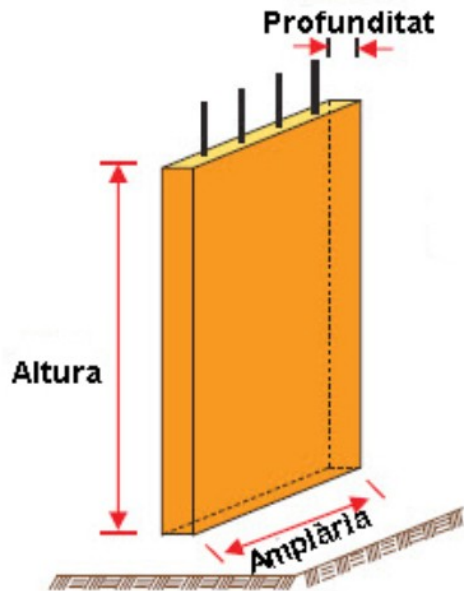
Són **tubs** o **barres**, en les que una dimensió és molt més prominent que les altres dos (són llargues, i tenen una «cara» petita)



B- PLAQUES o LÀMINES

Són elements en els que hi ha dos dimensions molt més prominents que la tercera (són una superfície alta i ampla, poca profunditat)

En arquitectura, són les **parets mestres**



En automoció, són les **plaques** de metall o de plàstic amb les que es fabrica la carrosseria



C- MASSA ESTRUCTURAL

Són volums que formen part d'una estructura, en els que les tres dimensions són significativament prominents.



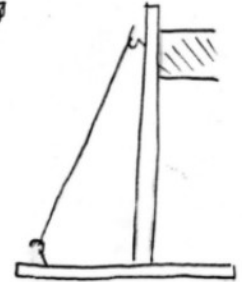
Els **fonaments** d'una edificació poden ser massius, però hi ha altres formes de construir-los



A una edificació que es basa en l'acumulació de material se l'anomena **estructura massiva**. Per exemple, una murada militar de defensa, o un dic

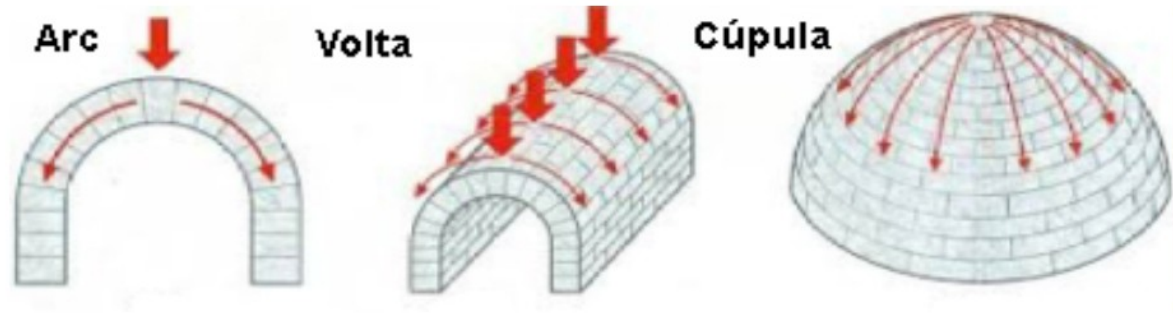
D – TIRANTS

Són **cables** o **barres flexibles** sotmesos a **tracció** que serveixen per a augmentar l'**estabilitat** (que no caigui) i la **resistència** (que no es trenqui) d'una estructura

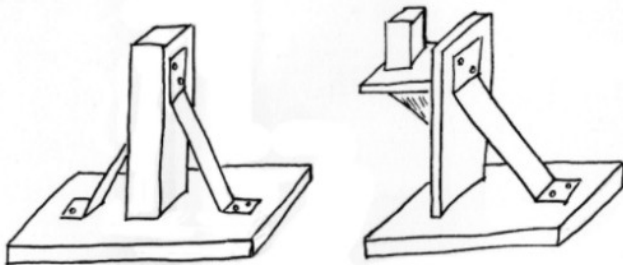


Altres elements estructurals propis de l'arquitectura, (o per a construccions com mobiliari):

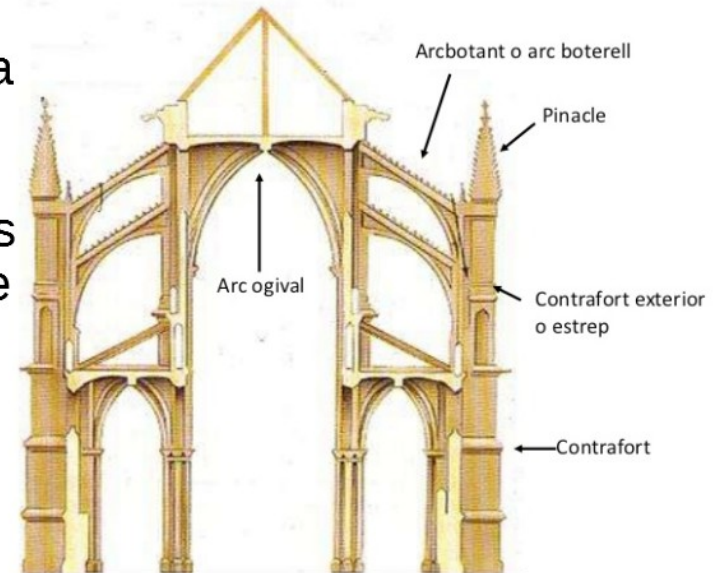
Arcs, voltes i cúpules – Mitja corba, prolongada o girant 180°. Serveixen per a cobrir espais i recintes, i salvar distàncies



Tornapunta – Ajuda a suportar esforços de compressió, i a assegurar l'estabilitat d'elements verticals.



Arcbotant – Permet que una paret molt prima s'aixequi molt amunt, transmetent el seu pes a columnes exteriors més robustes. És un tipus de tornapunta, molt típic de les parets amb vitralls de les catedrals gòtiques.

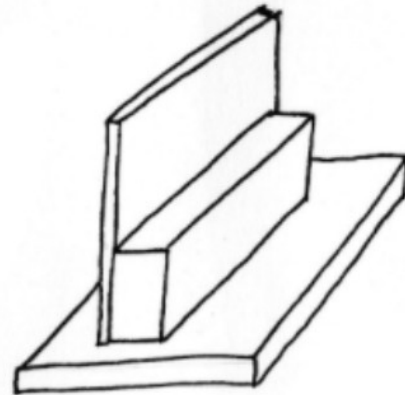


Escaires – Tenen forma triangular. Serveixen per a reforçar unions de perfils o plaques, conferint **rigidesa** a les unions en **angle recte**.

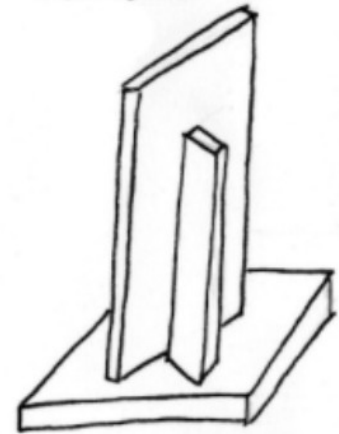


Suports i costelles – Son perfils que, al igual que els escaires, també serveixen per a reforçar unions en **angle recte**

SUPORT



COSTELLA



2-3 Tipus d'estructures artificials

A - D'armadura o reticulades: formades per elements resistents units o engalzats entre si, constituint l'esquelet de diversos tipus d'objectes o construccions. Segons la disposició dels elements es poden classificar en:

A1 – Estructures tramades

A2 – Estructures triangulades:

A3 – Estructures penjades:

A1 - Estructures tramades: formades per barres verticals (columnes o pilars) i barres horitzontals (bigues) unides de forma rígida. Exemple: estructures de formigó armat



A2 - Estructures triangulades: Construccions metàl·liques formant triangles, que és la forma geomètrica més simple encara que rígida, amb resistència i lleugeresa. Exemple: Grues, torres d'alta tensió



A3 - Estructures penjades: El pes de la construcció és suportat per cables o barres (tirants) unides a les peces de suport. Exemple: els ponts penjants, envelats, ...



GOLDEN GATE



PONT PENJANT D'AMPOSTA

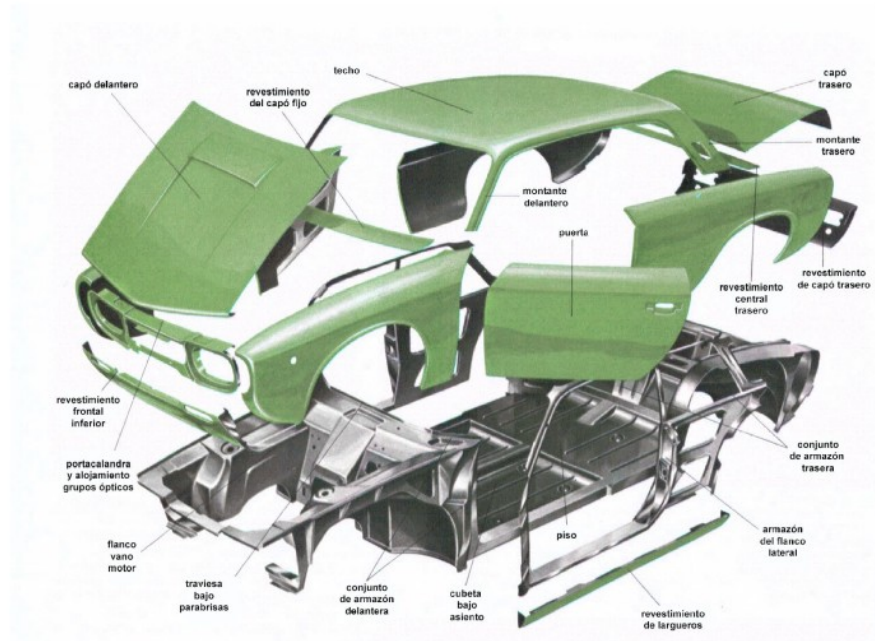


Pont penjat des de
volta metàl·lica

Una **catenària** és un cable penjat, i des d'ella també es pot, a la seva vegada, penjar un pont.



B - Laminars o carcassa: formades per làmines o plafons units entre si que solen envoltar l'objecte (carrosseria d'un vehicle, bolígraf, ...)



C - Massives: formades per acumulació de material sense a penes forats (piràmides, dics ...)



NAVETA DES TUDONS



PIRÀMIDES EGIPCIES

D - Altres tipus d'estructures:

Pneumàtiques: La pressió d'aire a l'interior de l'estructura aguanta la càrrega



Geodèsiques: formada per la repetició de polígons simples, com el triangle, de gran resistència i lleugeresa.



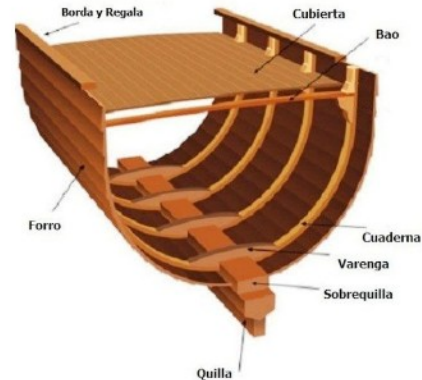
Actualment, les estructures majoritàries són les d'**armadura tramades**, i les **laminars** o de **carcassa**.

Els cotxes actuals poden tenir els dos tipus d'estructures combinades.

L'estructura bàsica d'un cotxe és **tramada**, es diu **xassís**, i suporta tots els altres elements del vehicle. Ha de ser indeformable per a protegir els passatgers en cas de colisió



L'exterior és laminar, i es diu **carrosseria**. L'equivalent en avions és el **fuselatge**, i en vaixells és el **casc**.



3 Disseny d'estructures MATERIALS i FORMES

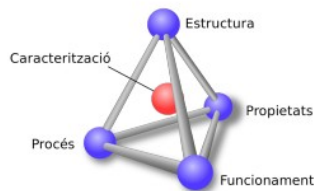
3-1 MATERIALS

A l'hora de triar els **materials** per a constuir una estructura, s'han de tenir en compte els següents punts:

- Resistència als esforços de les carregues que suportarà
- Indeformabilitat de l'estructura
- Resistència als agents atmosfèrics i ambientals
- Lleugeresa
- Cost
- Disponibilitat
- Cost de les operacions de manteniment



**Diferents materials
d'una estructura**



La **ciència de materials** estudia les propietats físiques macroscòpiques dels materials (mecàniques, òptiques, acústiques, elèctriques, tèrmiques i magnètiques) i la seva aplicació en diverses àrees de la ciència i l'enginyeria, per a ser utilitzats en obres, màquines i eines diverses, o convertits en productes necessaris o requerits per la societat.

3-2 FORMES

La **forma** de l'estructura i dels elements que la componen també determina les seves característiques. S'han de tenir en compte els següents aspectes

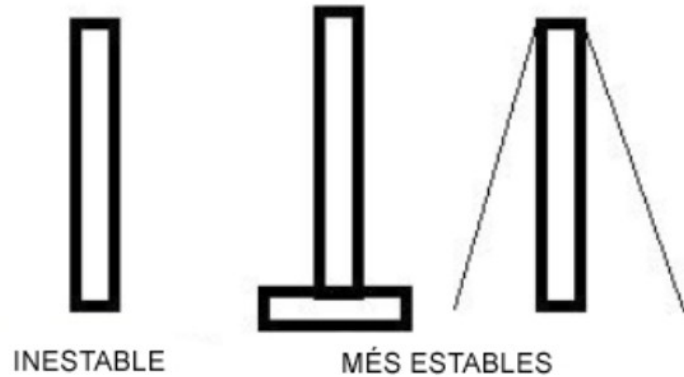
- 1 - **FUNCIONALITAT**. L'estructura ha de ser **adequada a la seva funció**
- 2 - **ESTABILITAT**. L'estructura, ha de ser **estable**, que sigui difícil que bolqui
- 3 - **RIGIDESA**. L'estructura ha de ser **rígida**, que no es deformi

1 - FUNCIONALITAT - Amb diferents formes de subjectar una canasta de bàsquet es tenen distints criteris de **funcionalitat**, (què pot fer i què no), així com de facilitat de muntatge, transportabilitat i cost

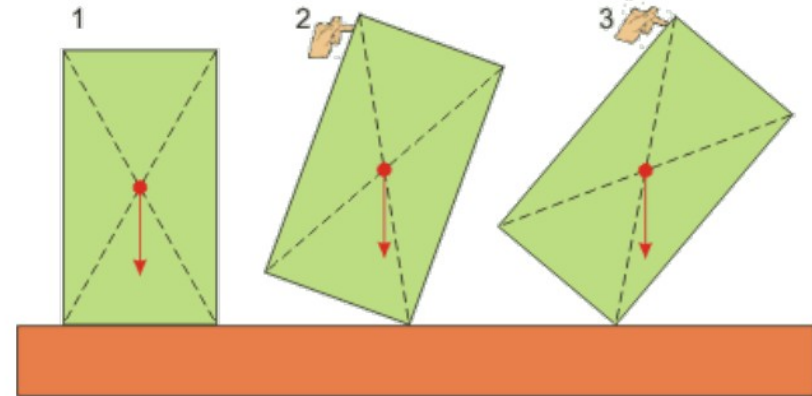


2 - ESTABILITAT: Una estructura és estable si **no té propensió a caure**. Les dues tècniques per a augmentar l'estabilitat d'una estructura són:

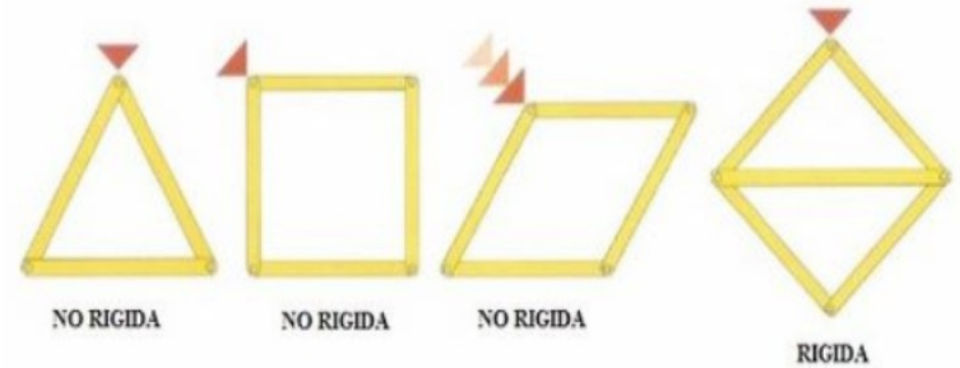
- a) Eixamplar la base
- b) Subjectar l'estructura amb tirants



El **centre de gravetat** és el punt on es concentra el pes de qualsevol cos. Si aquest pes es desplaça fora del pla del de la base del cos, aquest bolca

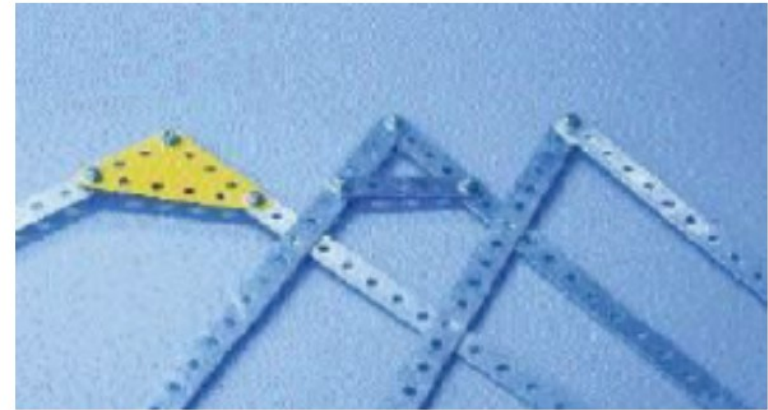


3 - RIGIDESA: Si s'aplica una força sobre el **vèrtex d'un triangle**, la unió no es deforma. La seva resistència és la dels perfils. En canvi, sobre angles rectes, els punt d'unió són punts febles.

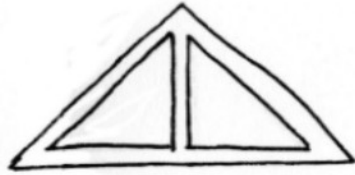


La triangulació en el punt d'unió es pot aconseguir amb un **escaire**, o amb un **perfil a 45°**.

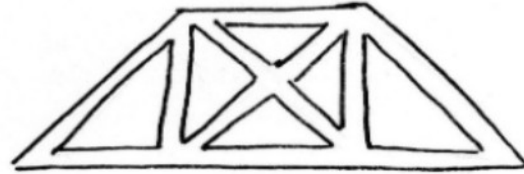
Si no es posa cap triangle en el punt d'unió, aquesta és molt més feble. Això pot ser necessari si el que es vol és una **unió articulada**.



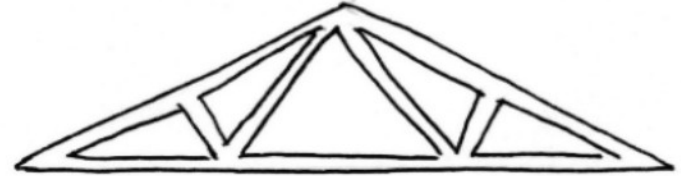
Exemples de formes d'estructures basades en triangles, per a ponts, baranes, cobertes...



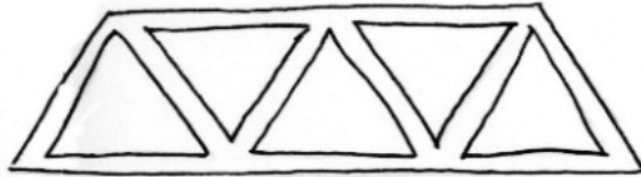
PENDELLÓ SENZILL



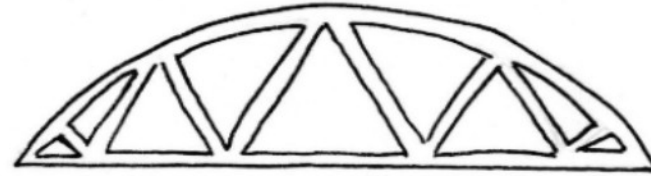
PENDELLÓ LATERAL



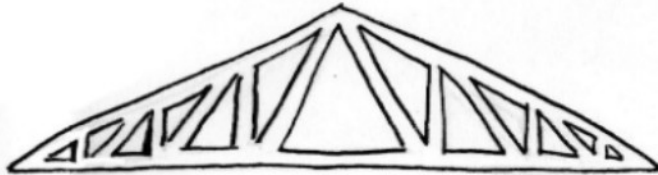
FINK



WARREN



ARC I CORDA



PRATT



PRATT PLANA

FORÇA, ESFORÇOS I ESTRUCTURES

MAPA CONCEPTUAL

