

UNITAT 6

PROPIETATS I ASSAIGS

TECNOLOGIA INDUSTRIAL 1 BATXILLERAT



Els materials i els processos industrials

- Els **materials** són un element imprescindible en tot **procés industrial**.
- En un procés industrial, s'elabora un **projecte** i es prenen decisions importants, com triar els materials necessaris.

Criteris de selecció
de materials

- Les **propietats** : resistència, flexibilitat, etc.
- Les **qualitats estètiques** : textura, color, forma, etc.
- El **procés de fabricació** : si es necessita maquinària, operaris, etc.
- El **cost** : dels materials, dels processos, etc.
- La **disponibilitat** : sèries curtes o llargues, vida prevista al mercat, etc.
- L' **impacte ambiental** : dels materials quan s'extrauen i de quan s'acaba la vida útil del producte.



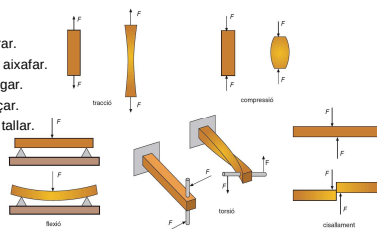
Propietats mecàniques i resistència mecànica

Les **propietats mecàniques** descriuen el comportament dels materials davant l'aplicació de forces externes.

La **resistència mecànica** és la capacitat que té un material per suportar esforços sense deformar-se o trencar-se.

Tipus d'esforços

- **Tracció** : quan s'intenta estirar.
- **Compensió** : quan s'intenta aixafar.
- **Flexió** : quan s'intenta doblegar.
- **Torsió** : quan s'intenta retorçar.
- **Cisallament** : quan s'intenta tallar.



Formes dels materials (I)

Segons la forma del material, un esforç de compressió pot produir un corbament en lloc d'un aixafament; això és el que s'anomena **vinclament** i es produeix en materials esvelts. Un material és esvelt si és molt llarg en comparació amb la seva secció transversal.



Vinclament produït per la compressió d'una peça esvelta

Esforç aplicat	Formes més adequades per suportar-lo
Tracció	Secció elevada
Compressió	Secció elevada i poca longitud
Flexió	Secció elevada, cantell gran i poca longitud.
Torsió	Secció elevada
Cisallament	Secció elevada

Models de deformació i comportament mecànic

Models de deformació

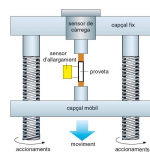
- **Deformació elàstica:** deformació temporal en què el material torna a la seva forma original un cop s'ha retirat l'esforç.
- **Deformació plàstica:** deformació permanent en què el material manté certa deformació malgrat haver-se retirat l'esforç.

Comportament mecànic

- **Comportament fràgil:** materials que es trenquen sense experimentar, pràcticament, cap deformació prèvia, com el vidre o la ceràmica.
- **Comportament dúctil:** materials que es deformen ostensiblement abans de trencar-se, com el coure o l'alumini.

Assaig de tracció

L'assaig de tracció és una de les proves de laboratori més utilitzada i que més informació proporciona sobre les característiques mecàniques dels materials. S'utilitzen els conceptes d'esforç unitari i d'allargament unitari.



Màquina per a l'assaig de tracció

L'esforç unitari (σ), o simplement **esforç**, és la relació entre la força F aplicada a un material i la secció A sobre la qual s'aplica.

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

L'allargament unitari (ϵ) és la relació entre l'allargament ΔL d'una peça i la llargària inicial L_0 que tenia abans d'aplicar l'esforç de tracció.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L_f - L_0}{L_0}$$

$$\epsilon(\%) = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100$$

Diagrama de tracció (I)

El diagrama de tracció s'utilitza per expressar les característiques mecàniques dels materials i s'obté a partir dels assaigs de tracció.

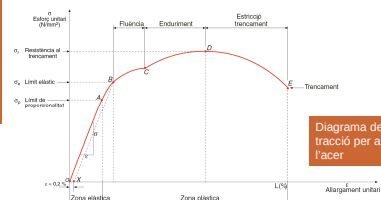


Diagrama de tracció per a l'acer

Zona elàstica (O-A)

En la zona elàstica o zona proporcional les deformacions produïdes són del tipus elàstic.

$$E = \frac{\sigma_p}{\epsilon} \quad \epsilon = \frac{\sigma_p}{E}$$

E : mòdul elàstic del material (rigidesa).
 σ_p : límit de proporcionalitat.
 ϵ : allargament unitari.



Diagrama de tracció (II)

Zona plàstica (A-E)

- Límit elàstic (A-B):** tram que va des del punt A, on comencen les deformacions permanents, fins al punt B, on se situa el límit elàstic, que és l'esforç unitari màxim (tensió màxima de treball) que pot suportar un material sense experimentar cap deformació permanent.

$$\sigma_t = \frac{\sigma_t}{n}$$

σ_t : tensió màxima de treball.
 σ_e : límit elàstic del material.
 n : coeficient de seguretat.

- Fluència (B-C):** en aquest tram el material s'allarga sense gairebé incrementar l'esforç.
- Enduriment (C-D):** en aquest tram cal augmentar l'esforç per continuar deformant el material; aquestes deformacions són permanents.
- Estricció i trencament (D-E):** A partir del punt D comença el trencament de la proveta. El punt D es coneix com a **esforç de trencament** (σ_t).



Característiques mecàniques d'alguns materials

Valors de l'assaig de tracció d'alguns materials					
Material	Densitat ρ (kg/m³)	Mòdul elàstic E GPa (N/mm²) · 10³	Límit elàstic σ_e MPa (N/mm²)	Esforç de trencament σ_t MPa (N/mm²)	Allargament ϵ (%)
Acer (alt en C)	7840	207	380	615	25
Acer (bals en C)	7860	207	295	395	37
Acer (mitjà en C)	7850	207	350	520	30
Aliatge Ti-6Al-4V	4420	110	97	186	18
Alumini	2710	69	85	100	25
Bronze	8800	110	152	380	70
Caixó	980	4,60	—	28	de 500 a 760
Couze	8940	110	69	220	45
Ferro	7870	207	130	260	45
Fosa esferoidal	7120	165	275	415	18
Llautó	8530	110	75	303	68
Níol	1140	2,7	—	85	de 15 a 300
Niquel	8900	207	138	483	40
Plata	10490	76	55	125	48
Poliètil·len	960	1,08	—	26	de 10 a 1200
Polipropilè	900	1,35	—	36	de 100 a 600
PVC	1400	3,3	—	47	de 40 a 80
Titaní	4510	107	240	330	30

Rigidesa.

Elasticitat.

Resistència mecànica.

Plasticitat.



La duresa

La **duresa** és la resistència o oposició que presenta un material en ser ratllat o penetrat per un altre material.

Assaig de duresa Brinell

Mètode per mesurar la duresa dels metalls:

$$HBW = 0,102 \cdot \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot [D_1 - \sqrt{D_1^2 - D_2^2}]}{2}$$

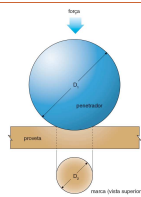
HBW: grau de duresa Brinell
0,102: constant

F: càrrega aplicada

A: superfície de la marca deixada sobre la proveta

D_1 : diàmetre de l'esfera (penetrador)

D_2 : diàmetre de la marca deixada a la mostra o proveta



Esquema de l'assaig de Brinell

Relació entre la duresa i la resistència a la tracció

Aquests dos valors, en un mateix material, són proporcionals a les forces de cohesió:

$$\sigma_r \text{ (MPa)} = 3,45 \cdot HBW \text{ (relació vàlida únicament per a acers)}$$

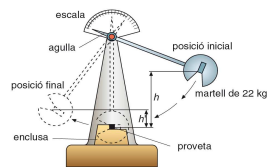


La tenacitat

La **tenacitat** és la capacitat de resistència al xoc.

Assaig de resiliència o de resiliència al xoc

- La **resiliència** és l'energia necessària per trencar un material amb un sol cop.
- Dues modalitats d'assaigs (molt similars) són el **pèndol de Charpy** i el d'Izod.



Esquemes de l'assaig de Charpy

$$K = \frac{E_c}{A}$$

K: valor de la resiliència del material

E_c : energia cinètica consumida en el trencament de la proveta

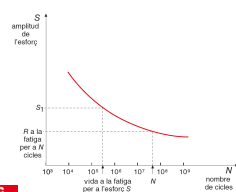
A: secció de trencament de la proveta



Assaigs de fatiga

Els **esforços de fatiga** són els esforços que alternen el seu sentit d'aplicació (tracció-compressió, torsió, flexió) de manera repetitiva o cíclica en el temps.

- L'assaig de fatiga intenta reproduir les condicions de treball reals dels materials.
- Un dels més usuals consisteix a sotmetre la proveta a esforços de flexió rotativa seguint un cicle que es va repetint en el temps.
- Els resultats es representen en un gràfic anomenat **corba S-N** o **diagrama de Wohler**.



▪ **Resistència a la fatiga:** valor de l'amplitud de l'esforç que provoca el trencament del material després d'un nombre determinat de cicles.

▪ **Vida a la fatiga (N):** nombre de cicles de treball que pot suportar un material per a una determinada amplitud de l'esforç aplicat.

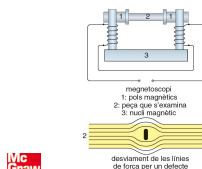


Assaigs no destructius o de defectes (I)

Els assaigs no destructius o de defectes no deixen marques i s'apliquen a peces elaborades per determinar la presència (o absència) de defectes interns no observables a simple vista.

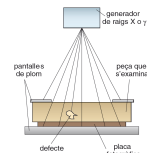
Assaigs magnètics

- Aplicació d'un camp magnètic a la peça que es vol assajar.
- Només es poden realitzar en materials magnètics: acers i fosa.



Assaigs per raigs X i raigs gamma

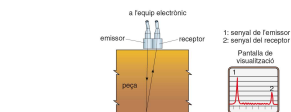
- Aplicació d'una radiació que travessa la peça que es vol examinar i impressiona una placa fotogràfica situada al darrere.



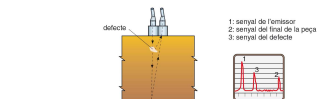
Assaigs no destructius o de defectes (II)

Assaigs per ultrasons

Aplicació d'ultrasons a la peça que es vol assajar.



Esquemes de l'assaig per ultrasons d'una peça sense defectes



Esquemes de l'assaig per ultrasons d'una peça amb defectes



Propietats tèrmiques (I)

Les propietats tèrmiques indiquen el comportament dels materials davant d'una de les formes que pot adoptar l'energia: la calor.

Conductivitat tèrmica

La conductivitat tèrmica és la facilitat que ofereix un material per permetre el flux d'energia tèrmica a través seu.

$$Q = \lambda \cdot A \cdot t \cdot \frac{\Delta T}{L}$$

Q: quantitat de calor transmesa
 λ : conductivitat tèrmica
A: superfície de contacte
t: temps transcorregut
 ΔT : diferència de temperatures
L: gruix del material

El quocient Q/t s'anomena potència tèrmica (P_t) i es pot expressar així:

$$P_t = \lambda \cdot \frac{A \cdot \Delta T}{L}$$



Material (a 20 °C)	Conductivitat tèrmica
Aire	0,02
Polietilè	0,031
Poliestirè	0,13
Polietilè	0,48
Vidre (de sosa i calç)	1,7
Acer	52
Llautó	62
Níquel	80
Bronze	122
Alumini	231
Coure	398

Propietats tèrmiques (II)

Dilatació tèrmica

La dilatació tèrmica és el fenomen que provoca l'augment de les dimensions d'un material, especialment els metalls, quan n'augmenta la temperatura.

Tipus de dilatacions

- **Lineal**: es considera només la longitud del cos.
- **Superficial**: es considera la superfície del cos.
- **Cúbica**: es considera el volum del cos.

Càlcul de la dilatació lineal:

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta T$$

ΔL : diferència entre la llargària final i la inicial

L_0 : llargària inicial.

α : coeficient de dilatació lineal

ΔT : diferència entre la temperatura final i la inicial