

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Curso de Mecánica Aplicada 2011

Prof. Daniel JORAJURIA (“Basko”)



Segunda clase

Materiales: Ensayos y Resistencia

Materiales de uso frecuente en la empresa agropecuaria:

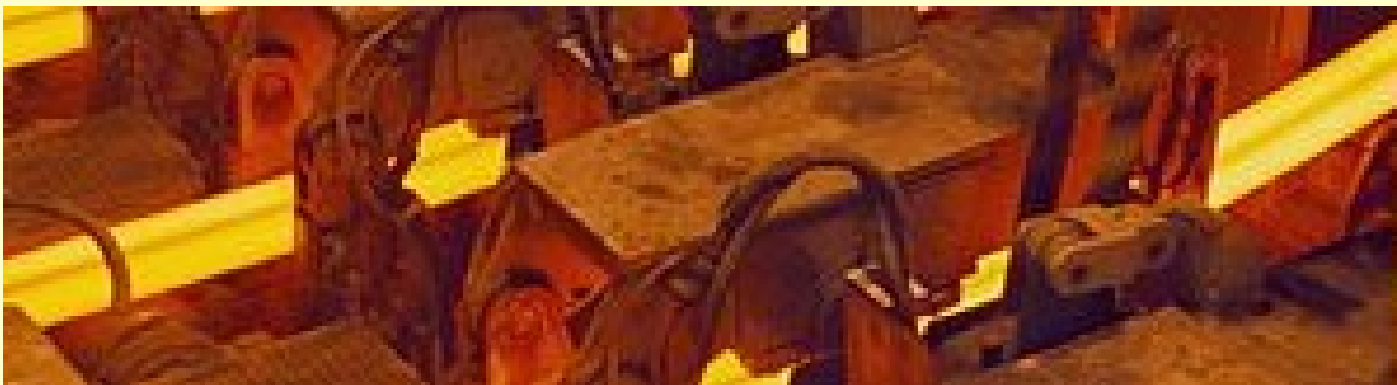
1. Acero y Fundición de acero:

Acero: aleación de hierro y carbono, **C: 0,2 - 0,3%**, siempre **< 2,0%** en peso,
Fundiciones: > 2,0% de C ► aleaciones quebradizas ► sin forja, ► se moldean.

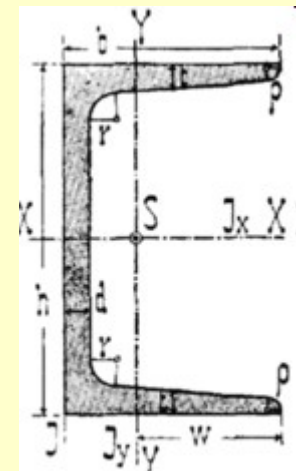
<https://www.youtube.com/watch?v=MEuiKkvCFaQ&gl=ES&hl=es>

1.1. Producción:

Alto Horno \Rightarrow Colada \Rightarrow Lingote \Rightarrow Laminado

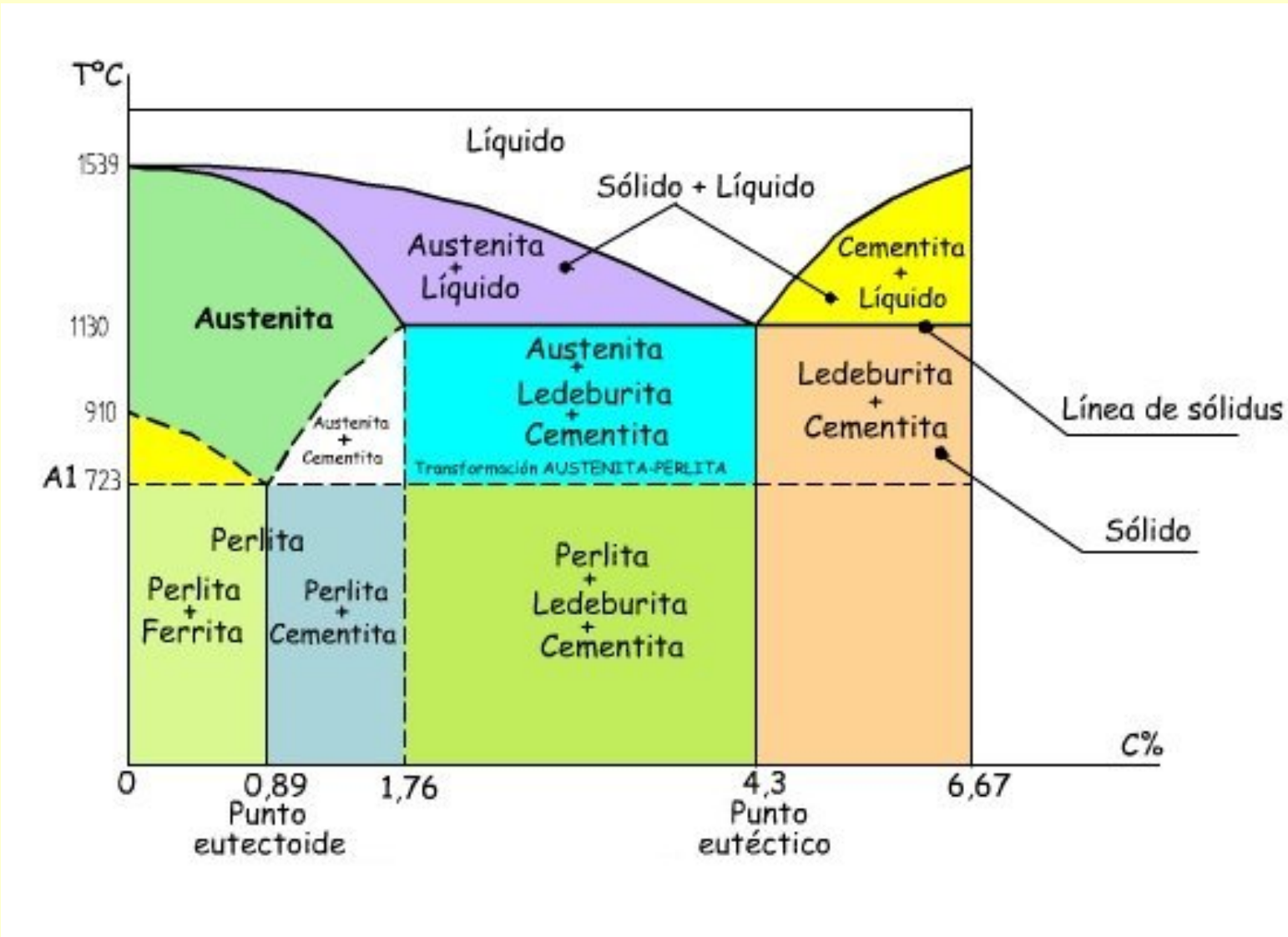


Tren de Laminado de perfiles de acero



Perfil Laminado UPM

Diagrama de fases del acero



Aleaciones

Cr: Incrementa la dureza (hasta 2%) y la resistencia a la corrosión (más del 2%)

Ni: incrementa dureza y resistencia a la corrosión

Mn: reduce la fragilidad

Mo: aumenta la tenacidad

S: mejora las posibilidades de mecanizado

Co: aumenta la dureza, la resistencia a la corrosión y al desgaste

Tratamientos térmicos

Templado: calentamiento y enfriado rápido (en agua o aceite)

Revenido: posterior al templado, para disminuir la fragilidad tras el temple

Recocido: calentar y enfriar lentamente hasta T° ambiente.

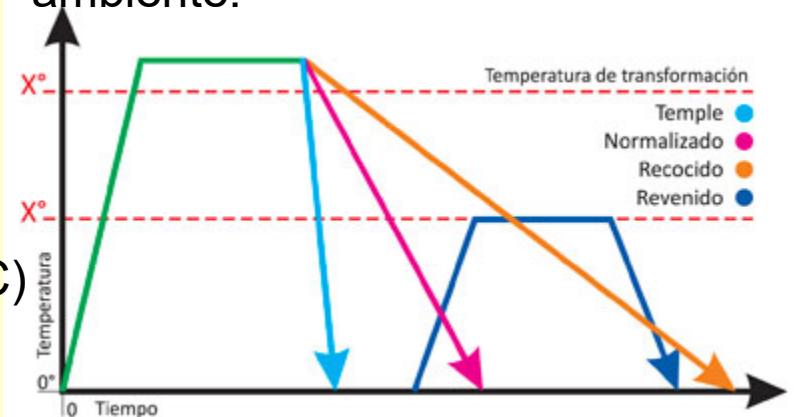
Normalizado: calentar y enfriar lentamente

Tratamientos termoquímicos

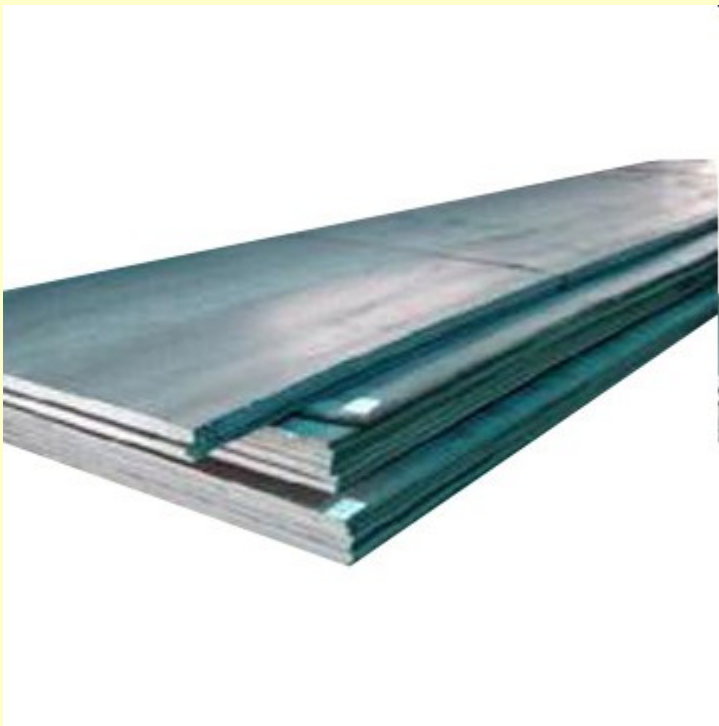
Cementación (enriquecimiento superficial con C)

Nitruración (enriquecimiento superficial con N)

Cianuración (C+N)



Laminación de aceros



Chapas de acero laminado



Bobinas de acero laminado



Herrero forjando manualmente

Forja: modificación de los metales por deformación plástica. Puede hacerse por presión o por impacto

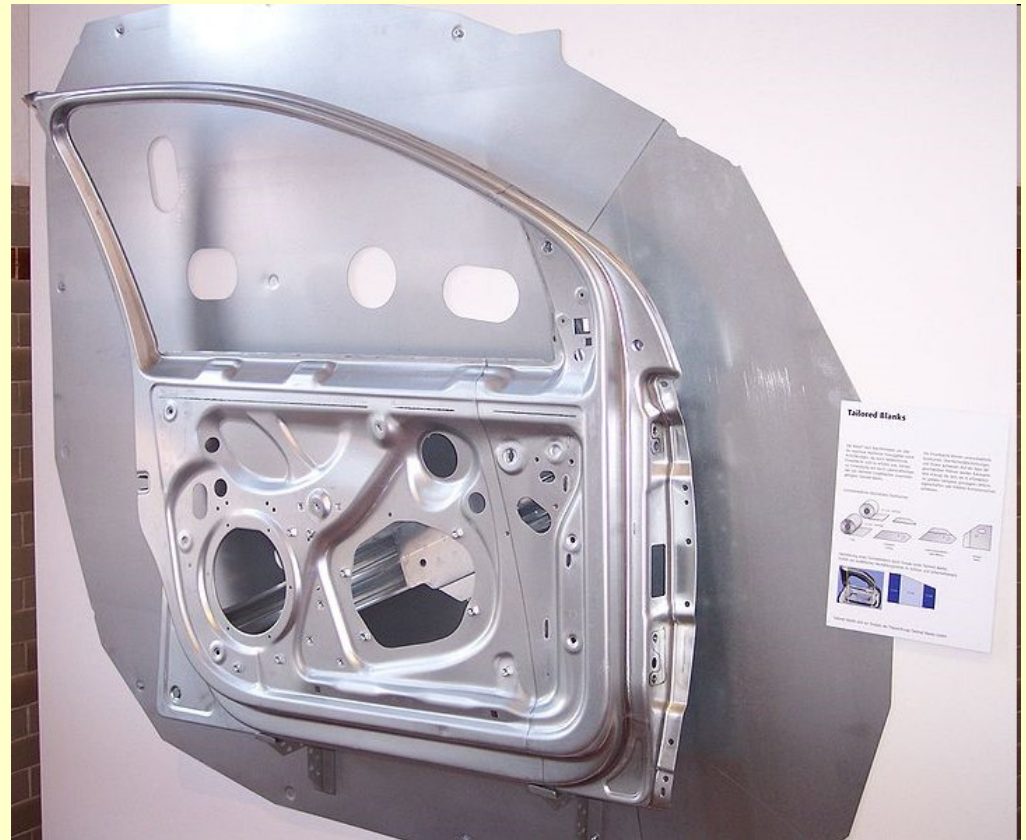


Biela: acero forjado en prensa

Estampado: compresión entre dos moldes

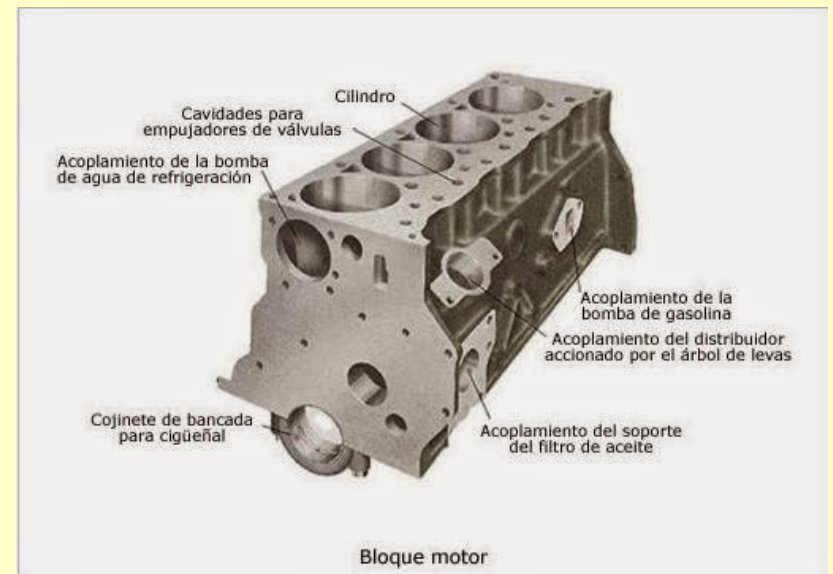
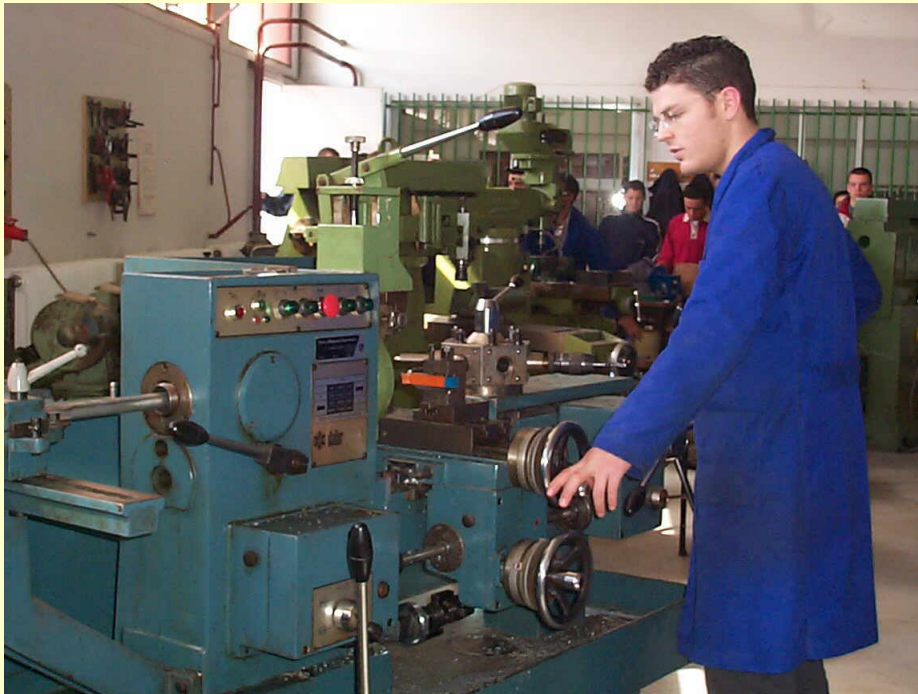


Prensa de estampado



Puerta: estampada y troquelada

El mecanizado es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión. Se realiza a partir de productos semielaborados previamente conformadas por moldeo o forja.



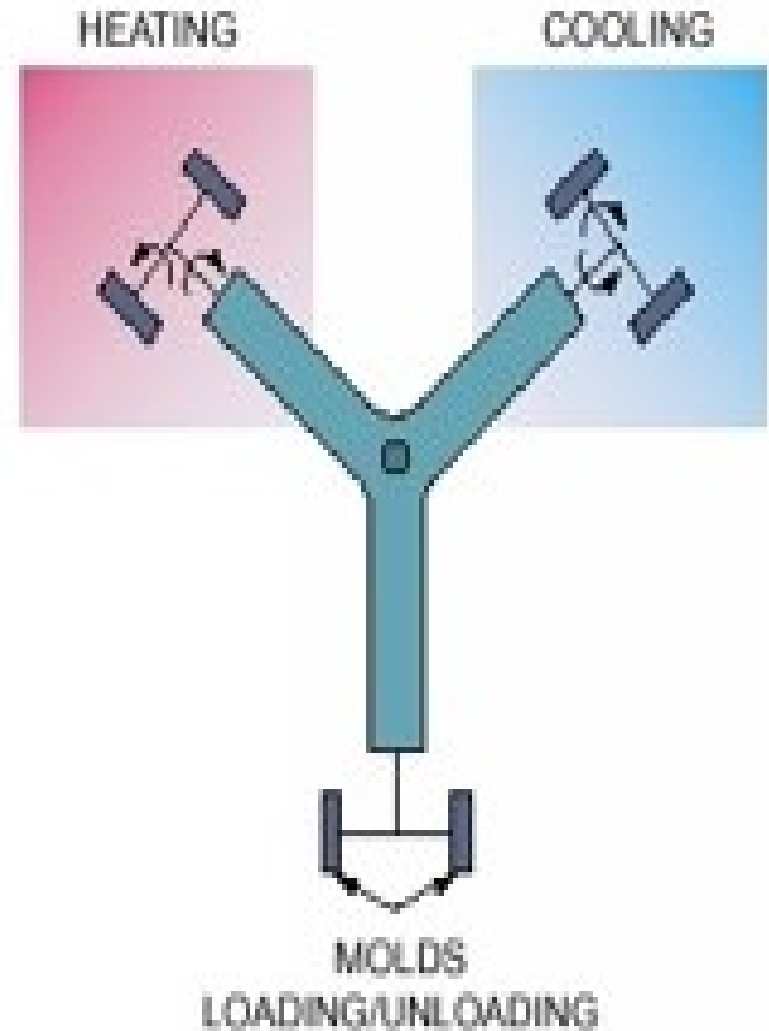
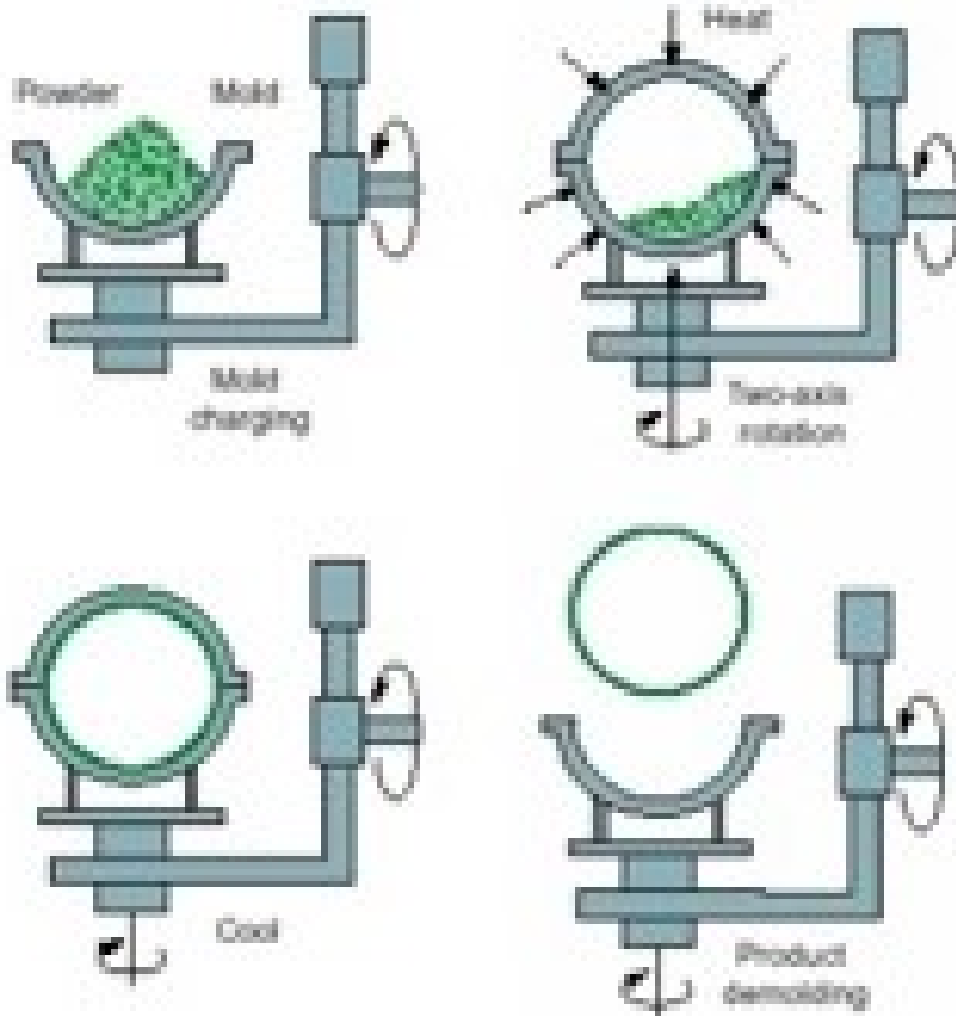
Plásticos rotomoldeados:

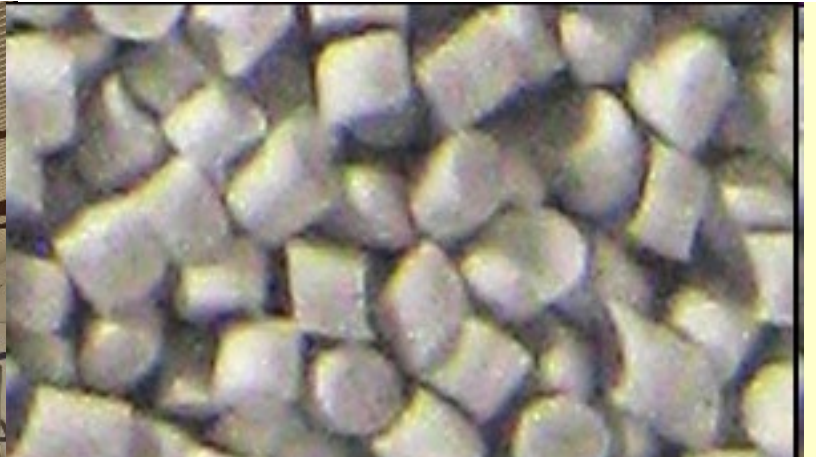
Tecnológicamente de sencilla producción. Moldes son llenados con el material original perlado (Polietileno o polipropileno). Se trabaja en hornos con convección de aire o llama, el molde debe rotar por lo menos según dos ejes, o rotación y basculado (*rock and roll*). Se produce en una sola pieza, sin ensambles y con espesores uniformes. Costos reducidos frente a alternativas como Materiales Compuestos (*Fiber glass*).



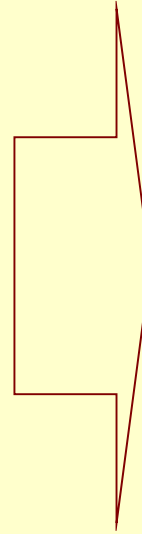
Plásticos rotomoldeados

Rotational molding





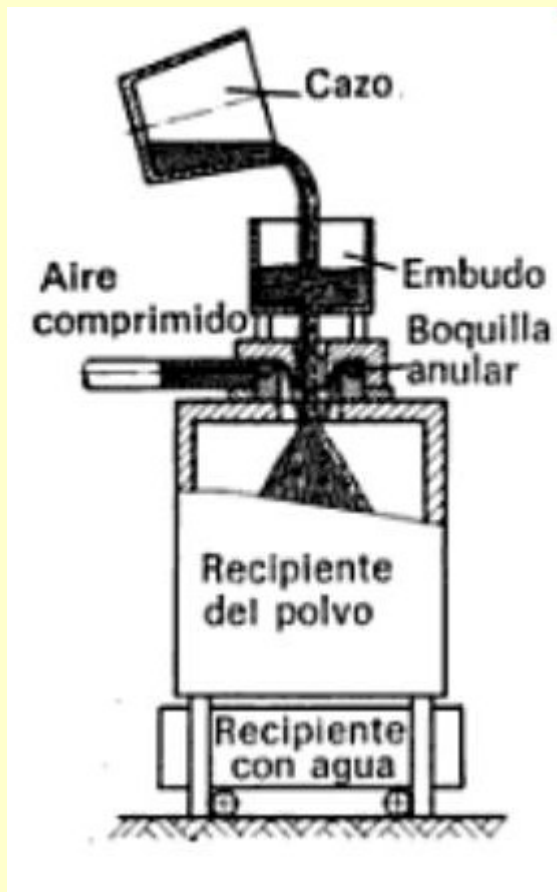


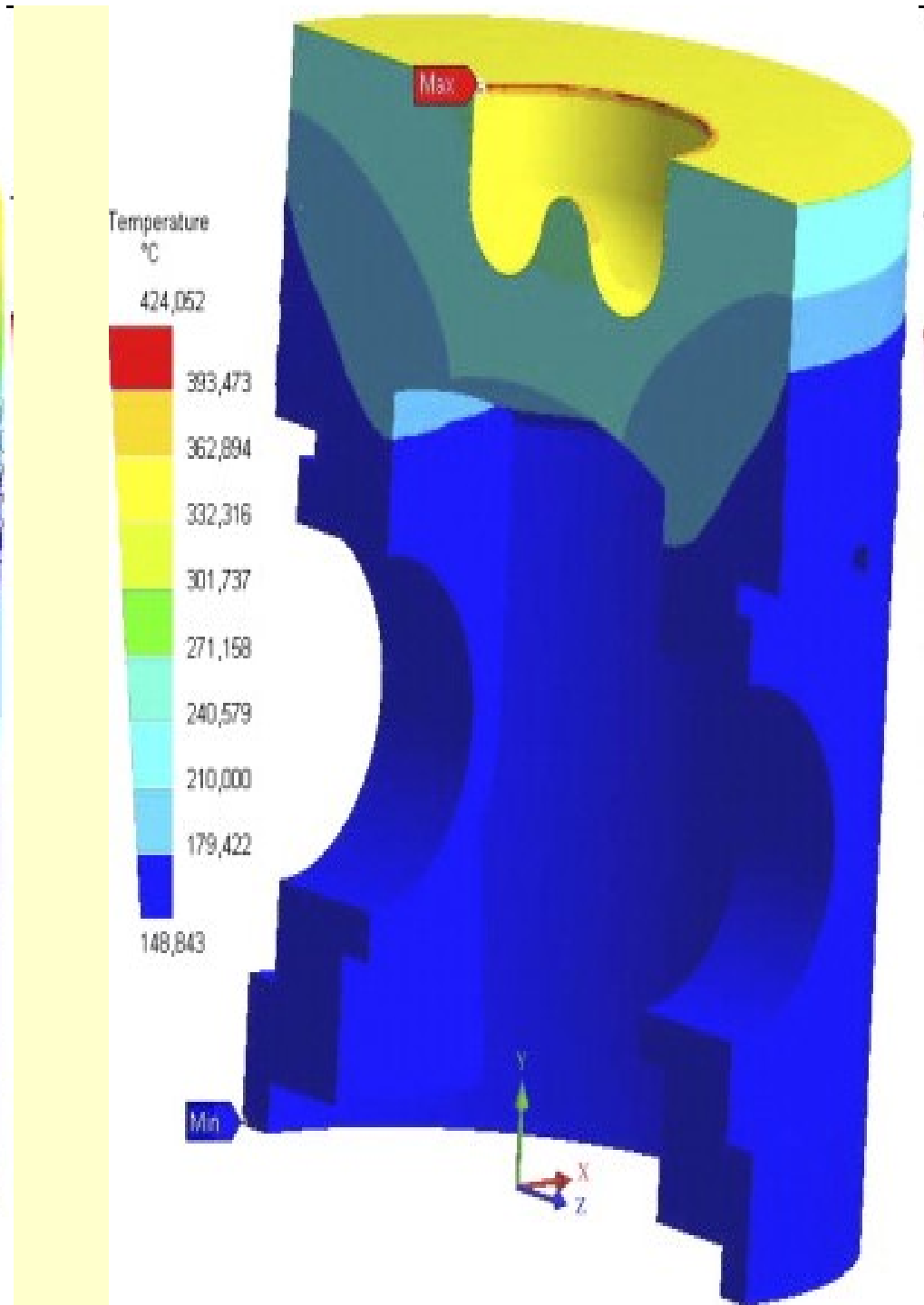
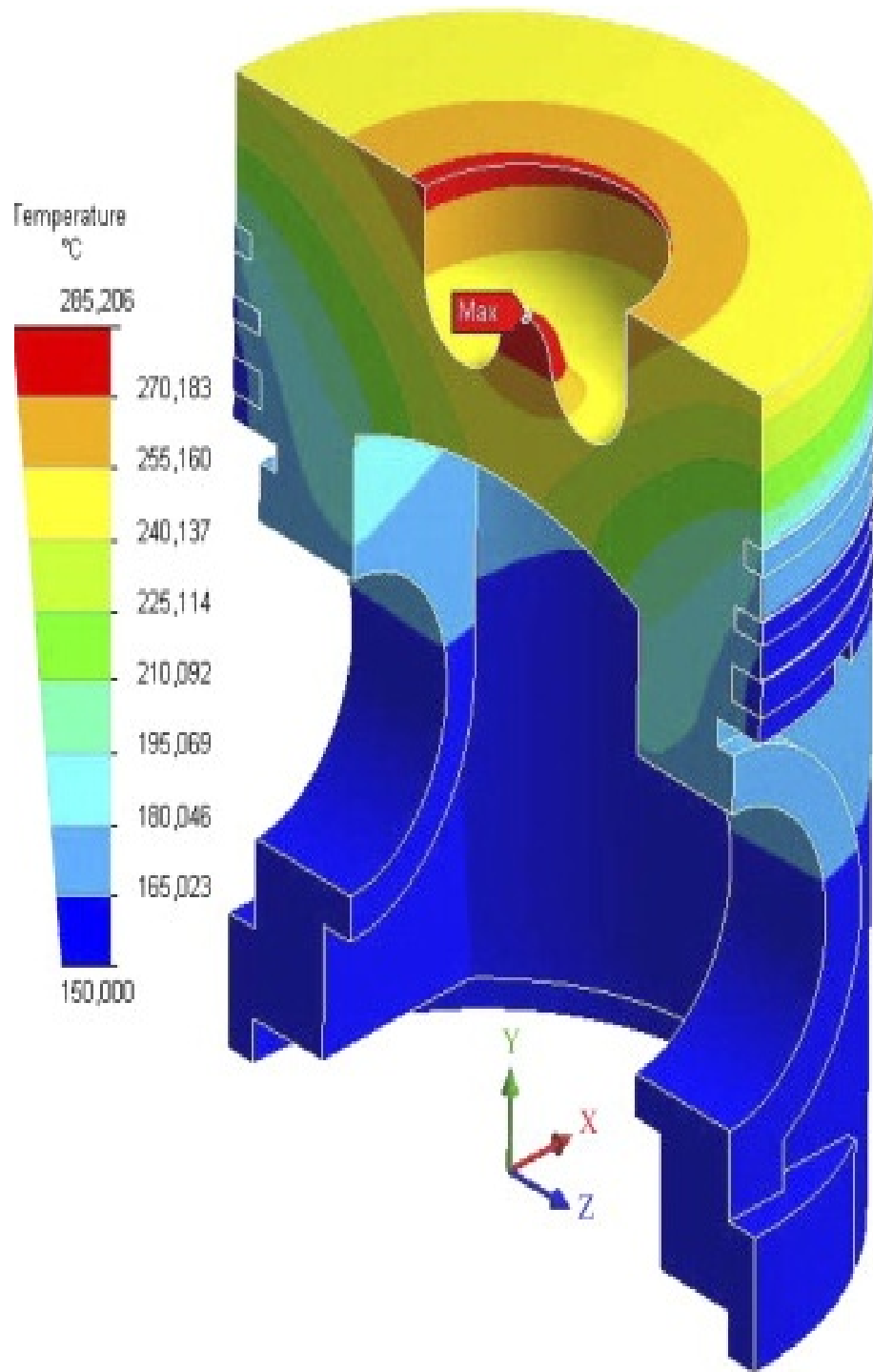


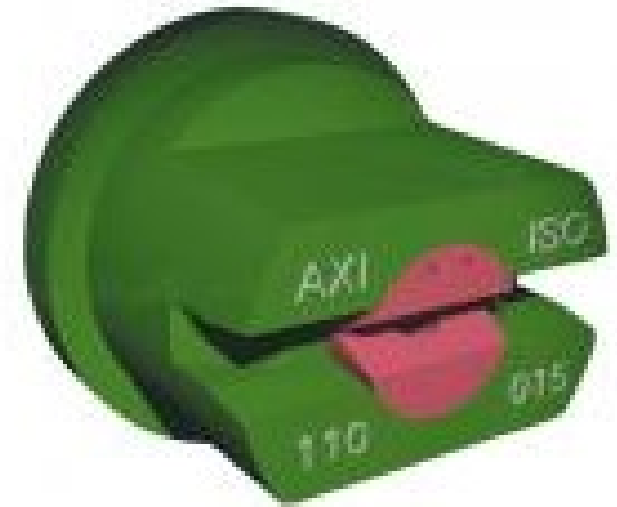
Cerámicos de alta resistencia:

Diferentes compuestos: Alúmina, carburo de Boro, carburo de silicio, dióxido de zirconio, un sistema de producción: SINTERIZADO. Comportamiento de cerámico con extrema dureza. 1980 Toyota motor adiabático de cerámica.

SINTERIZADO: tratamiento térmico de un conglomerado de polvo, compactado metálico o cerámico sin llegar al punto de fusión, que moldeados por presión produce materiales de alta resistencia y dureza.







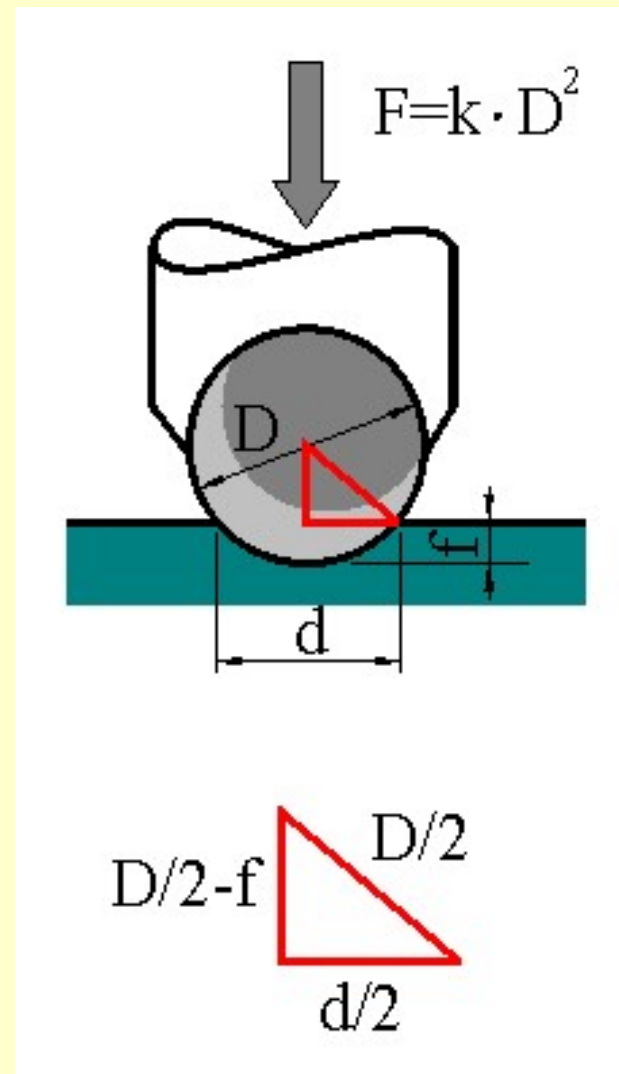
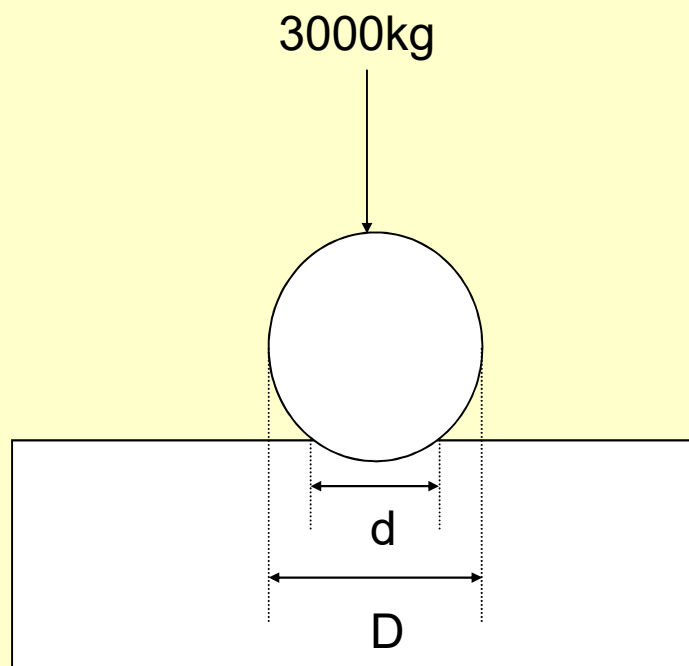
Ensayos del acero

No destructivos: Dureza, Microscópico, Ultrasonido

Destructivos: Tracción, Compresión, Corte, Flexión, Torsión, Plegado

Ensayos de Dureza

Dureza Brinell (HB)

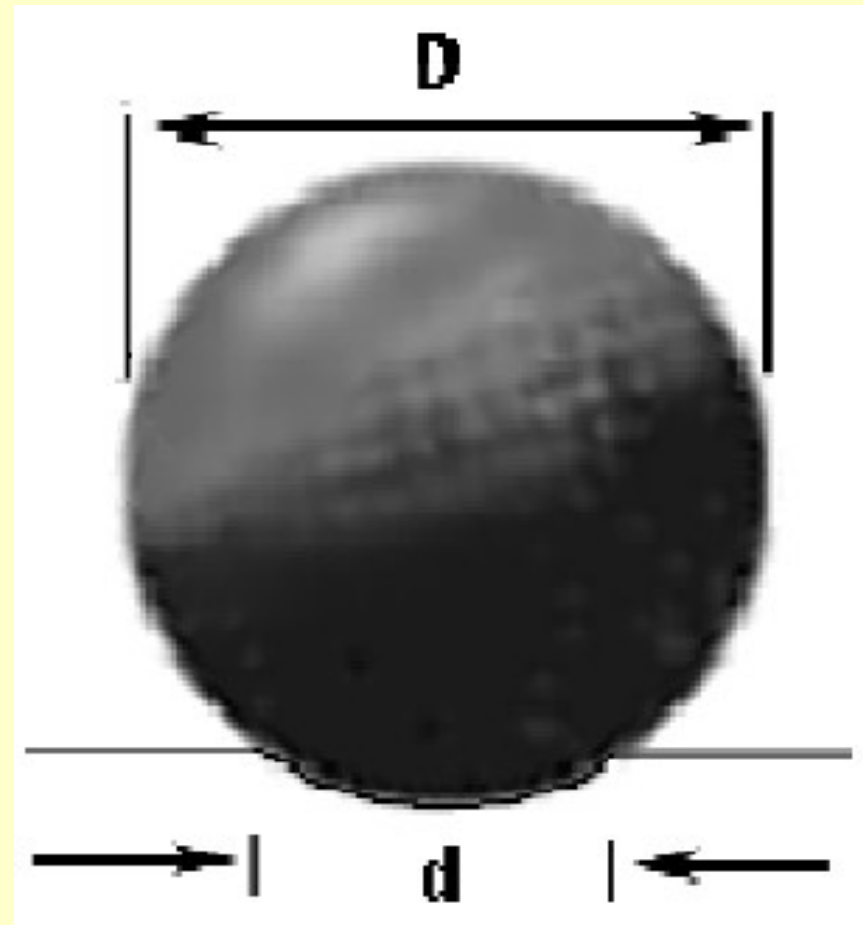


Ensayo de Dureza BRINELL

Esfera de 10 mm de acero o carburo de Tungsteno.

Carga = $P = 3000\text{kg}$

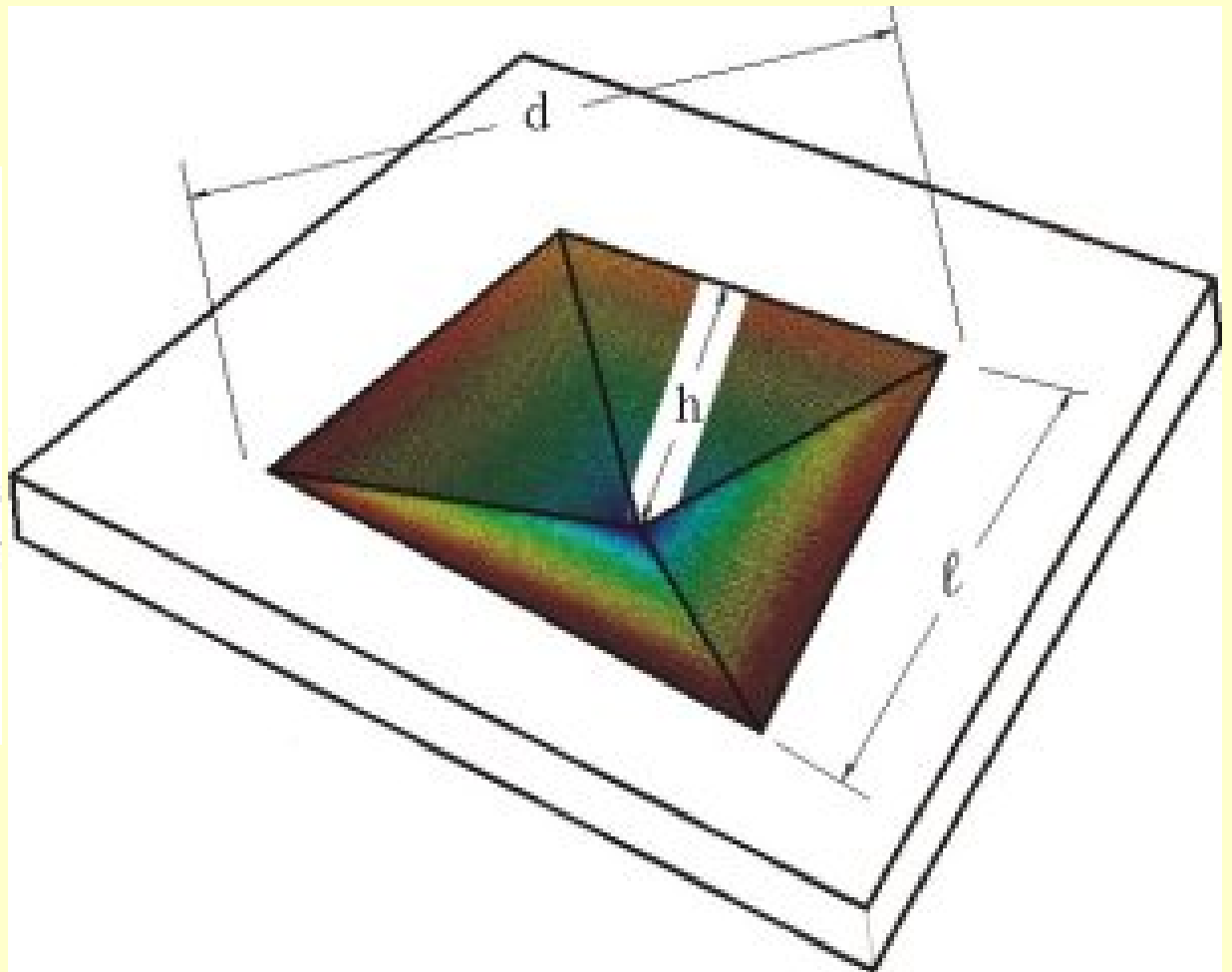
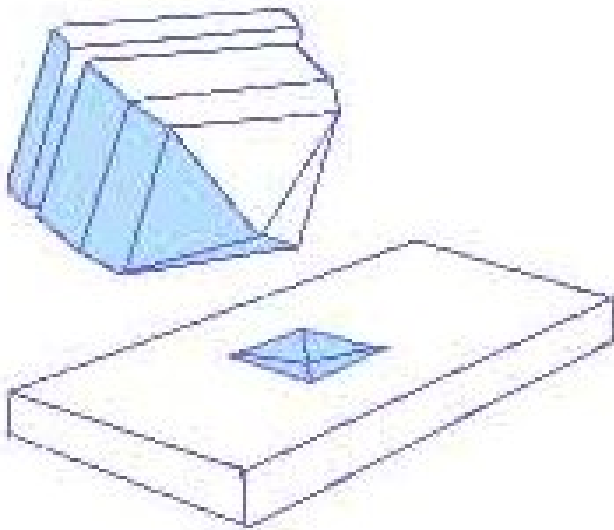
$$HB = \frac{2P}{\pi D \left(D - \sqrt{D^2 - d^2} \right)}$$



Ensayo de Dureza VICKERS

Pirámide de diamante cuadrada (ángulo 136°).

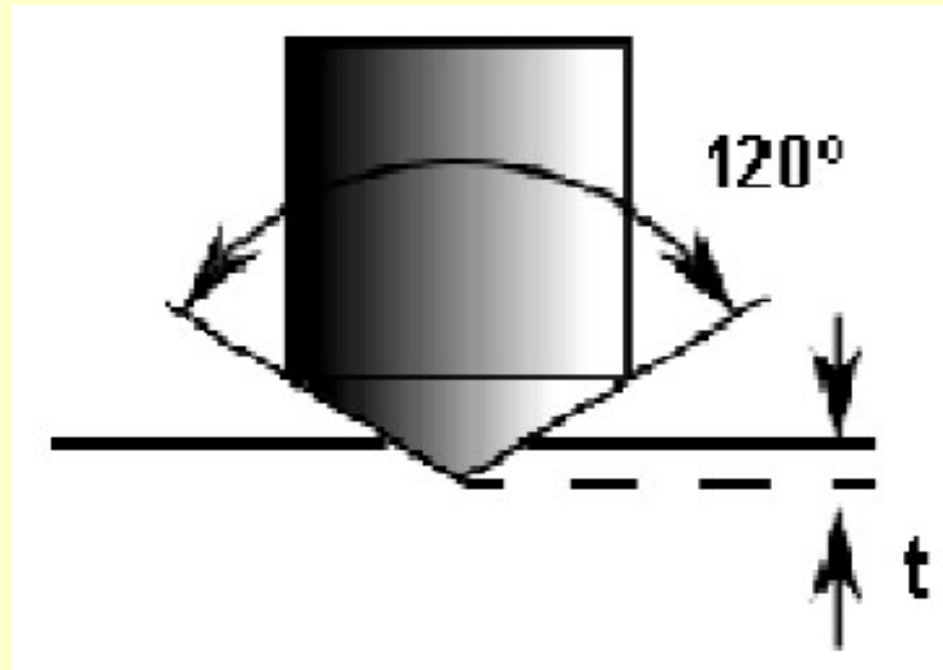
Carga = $P = 3000\text{kg}$



Ensayo ROCKWELL A, C, D
(H_{RA} , H_{RC} , H_{RD})

Cono de diamante

Carga: $P_A = 60\text{kg}$
 $P_C = 150\text{kg}$
 $P_D = 100\text{kg}$

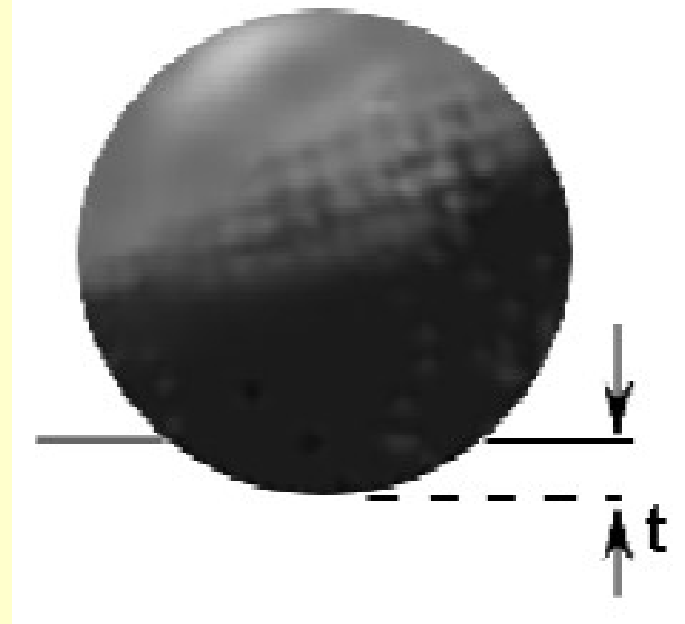


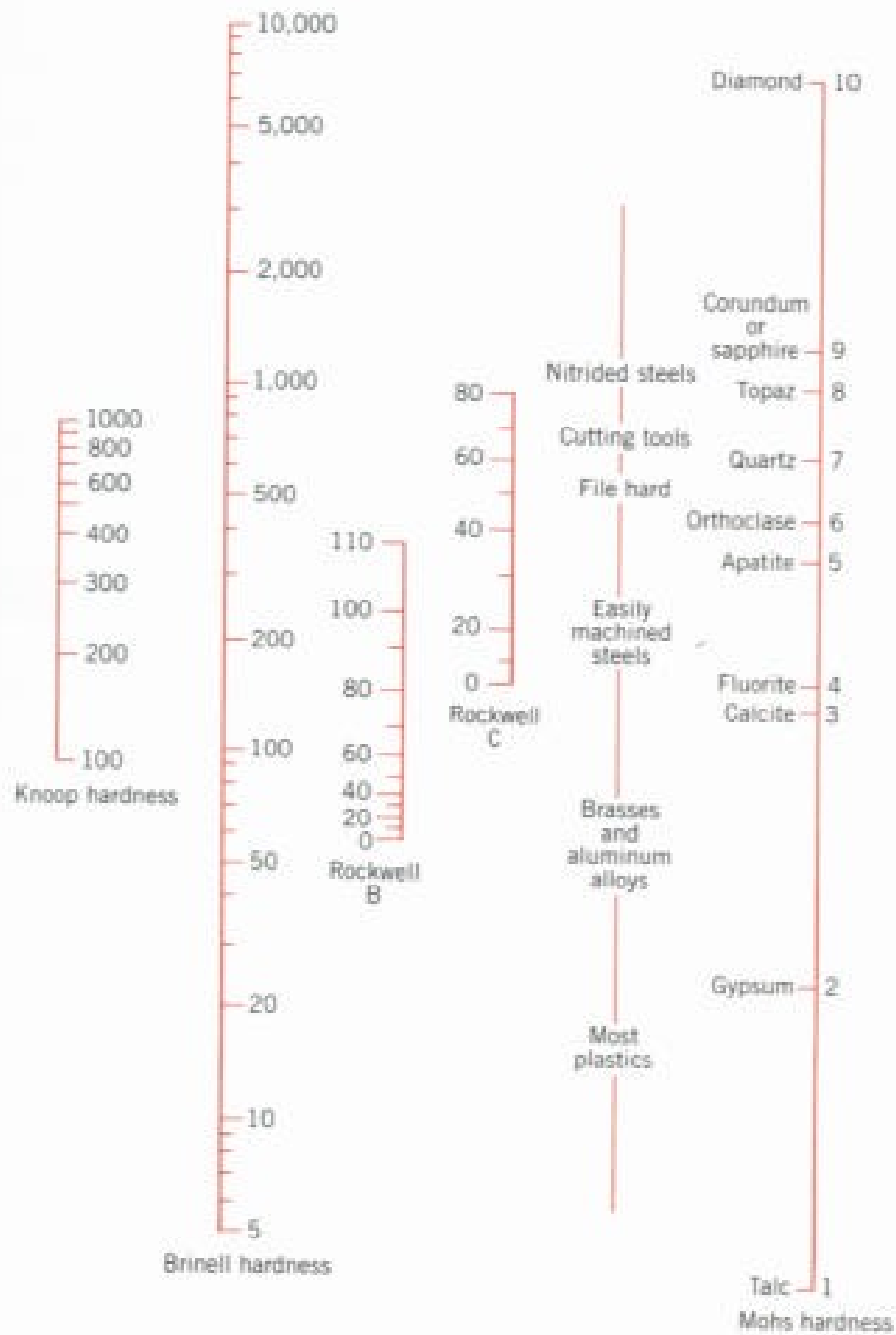
Ensayo ROCKWELL B, F, G, E

Esfera de acero $d=1/16''$ (H_{RB} , H_{RF} , H_{RG})

Esfera de acero $d=1/18''$ (H_{RE})

Carga: $P_B = 100\text{kg}$
 $P_F = 60\text{kg}$
 $P_G = 150\text{kg}$
 $P_E = 100\text{kg}$





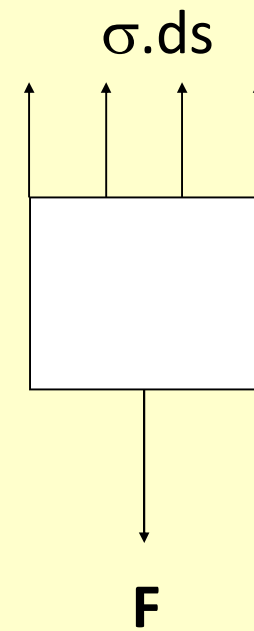
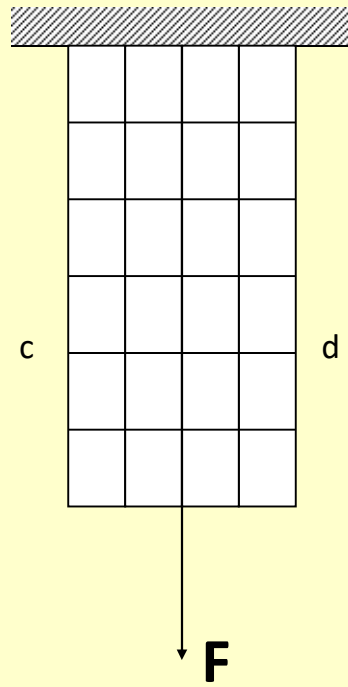
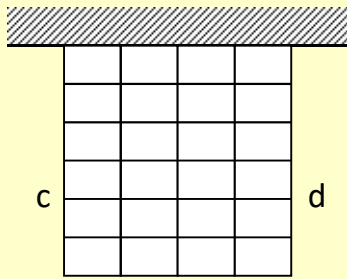


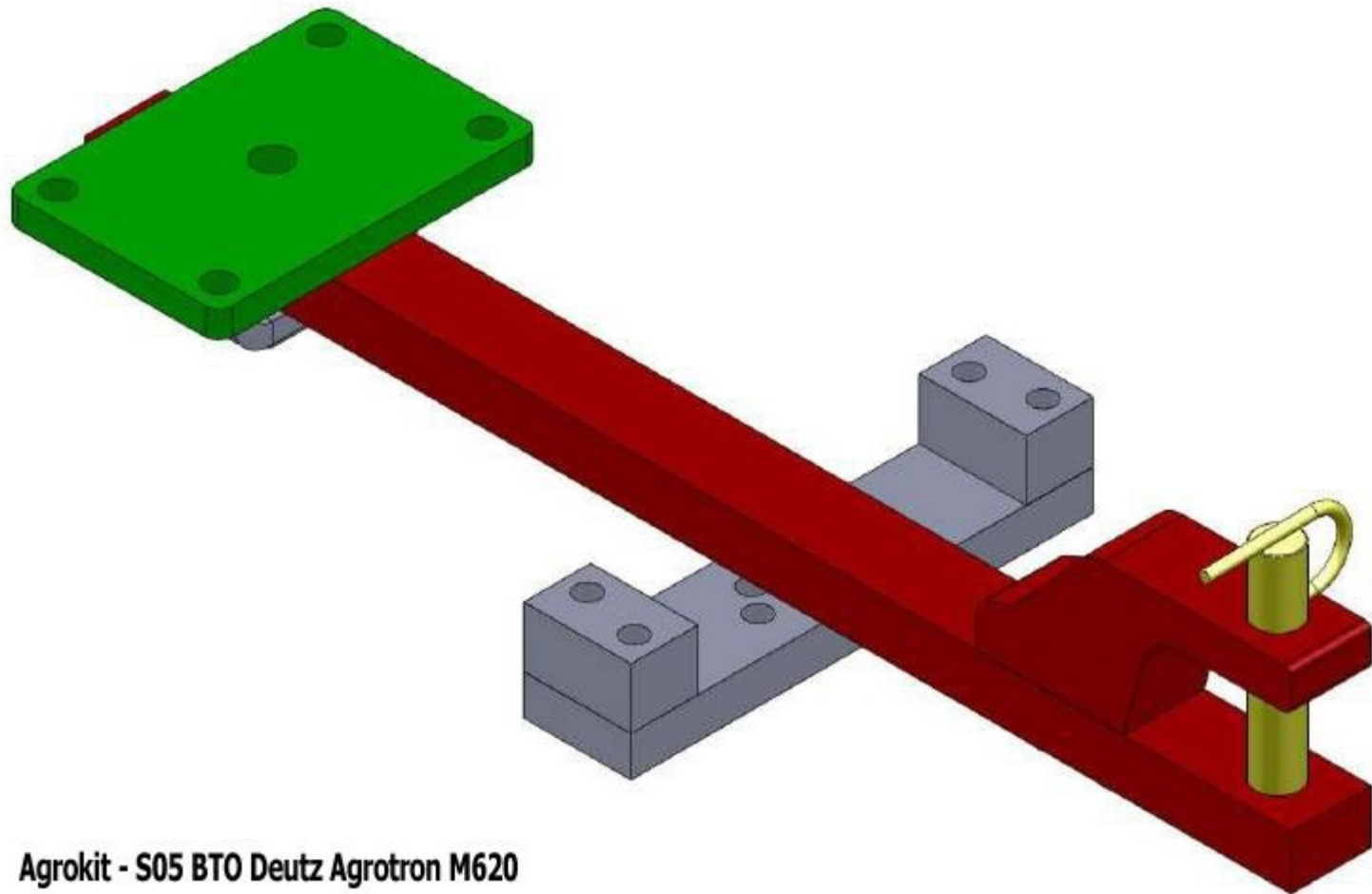
Durómetro Brinell y Rockwell



Durómetro Vickers

Tracción





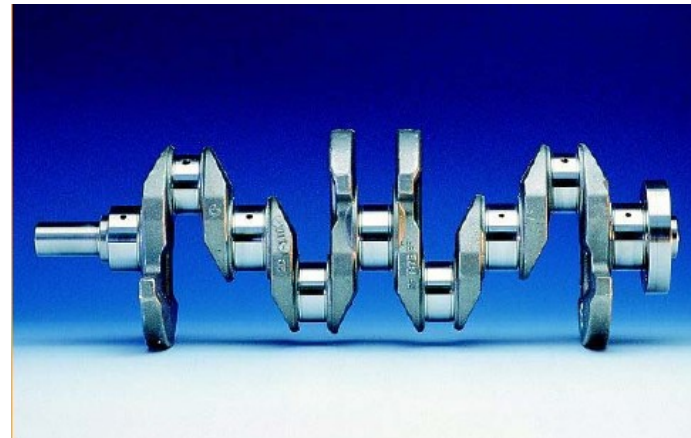
Agrokit - S05 BTO Deutz Agrottron M620

ACEROS

- **Muy tenaz**
- **Relativamente dúctil**
- **Maleable, mecanizable,**
- **Se puede soldar**



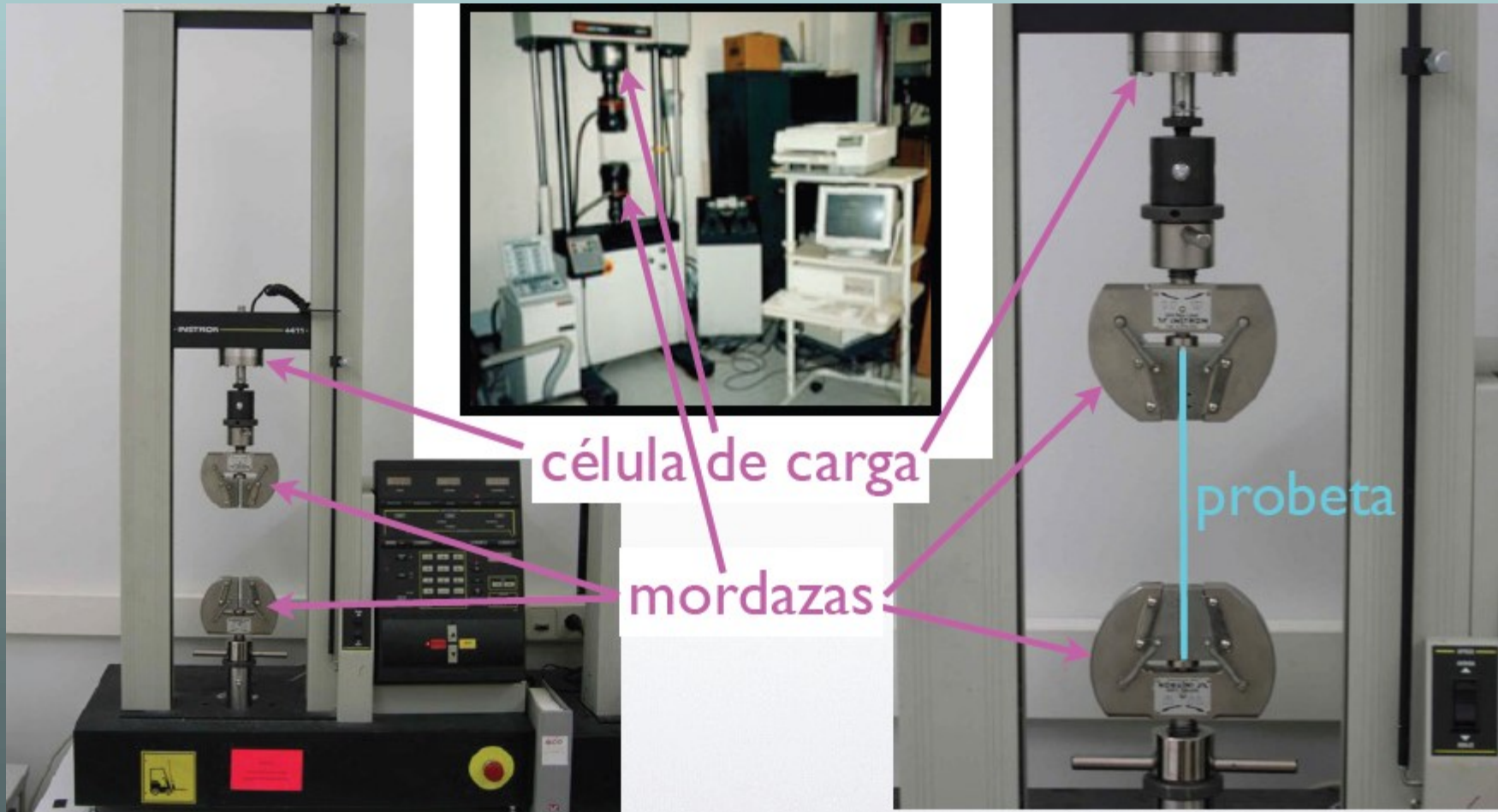
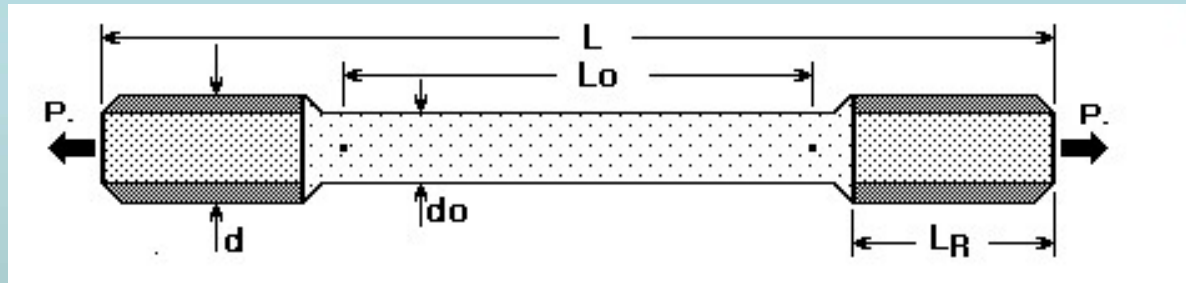
- .- **AL CARBONO**
- .- **ALEADOS**

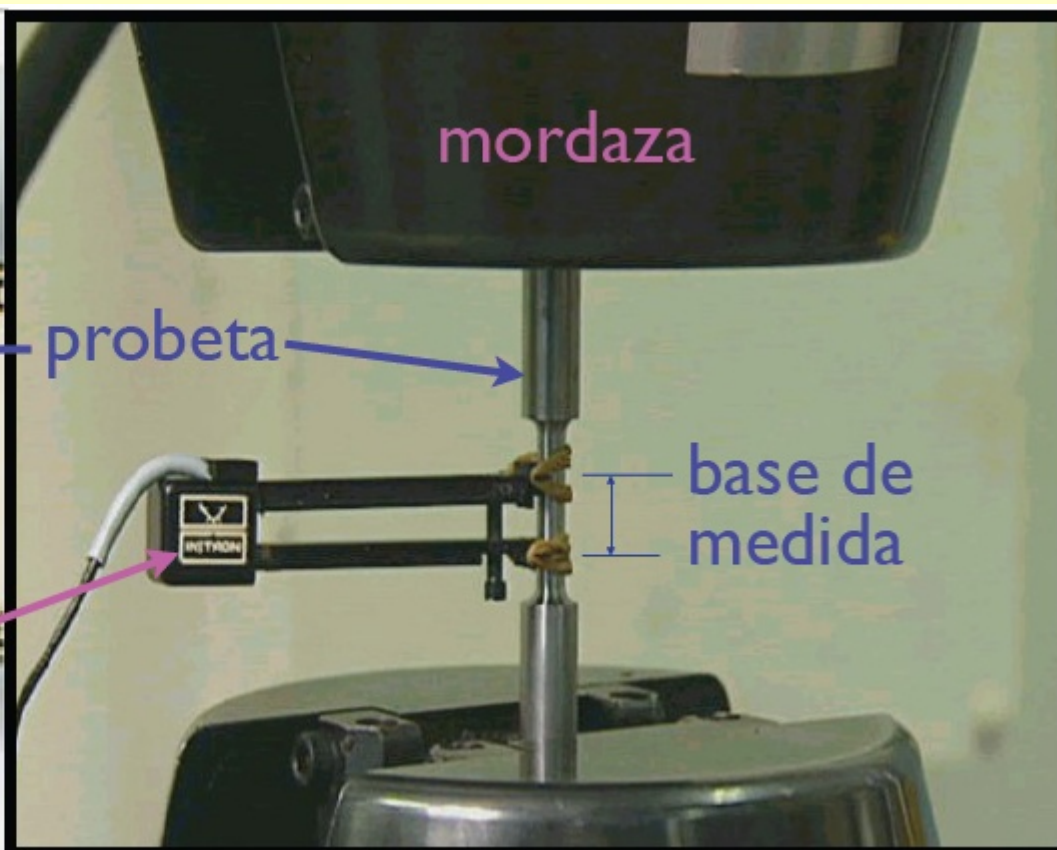
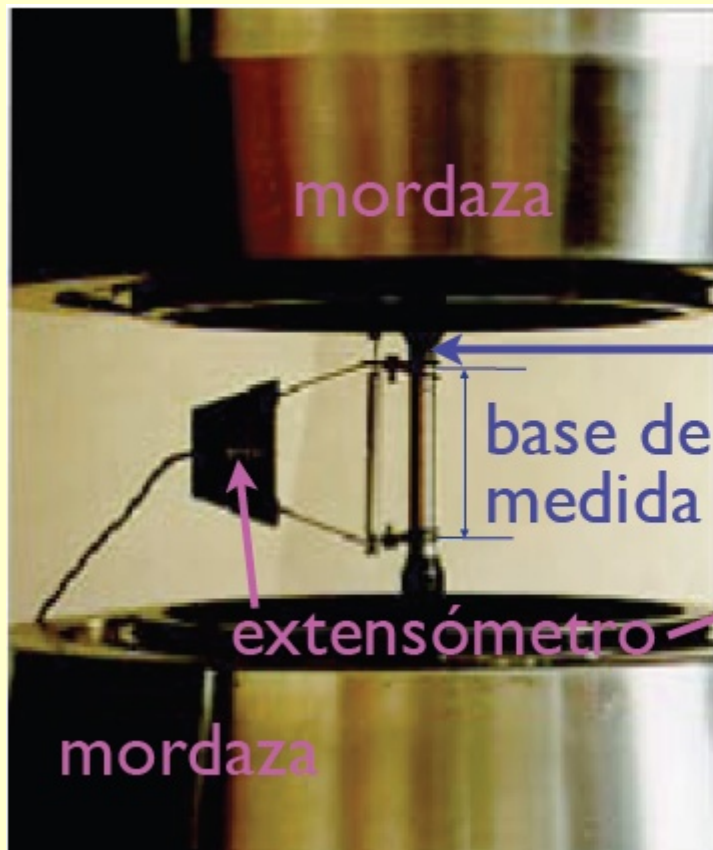


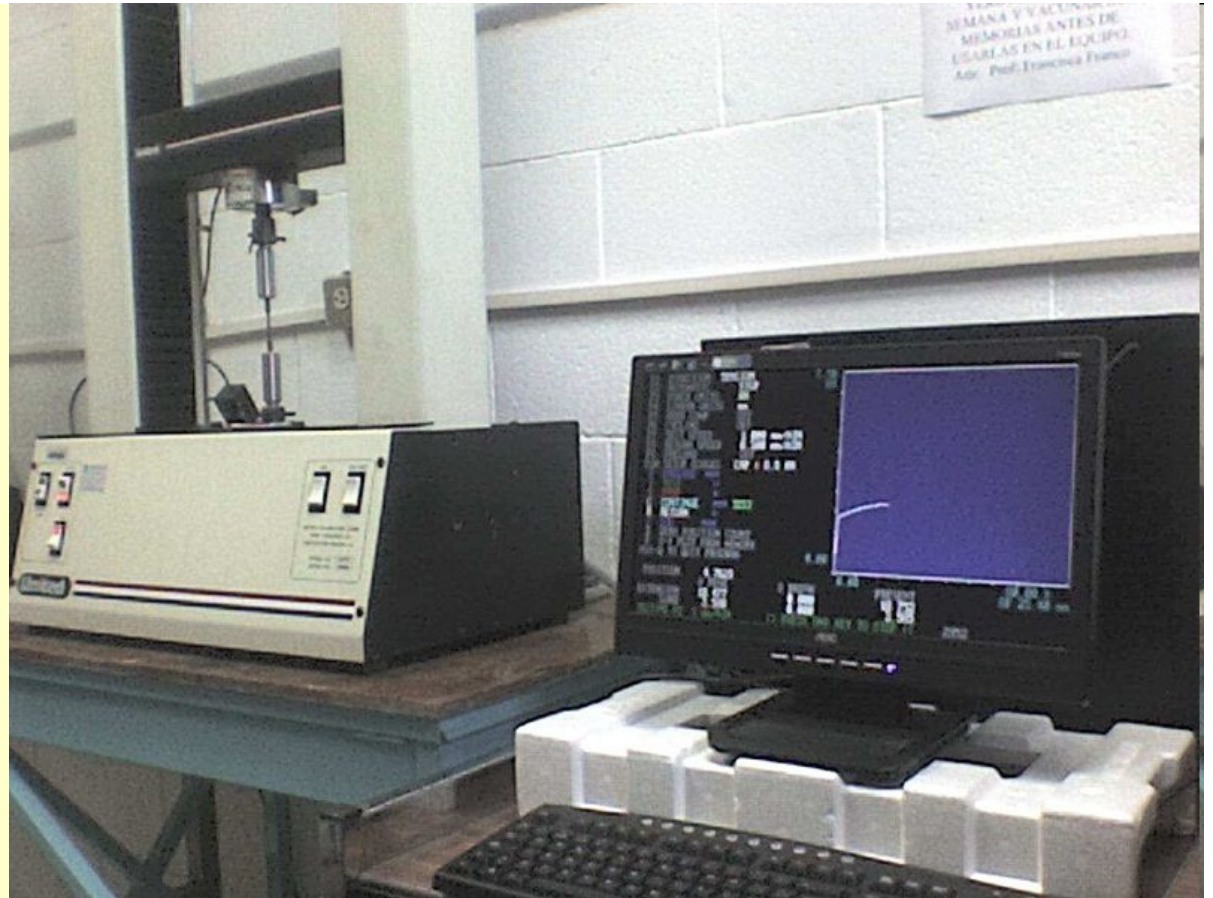
HIPÓTESIS BÁSICAS

- H_1 = El material es continuo, macizo. (*Permite aplicar las ecuaciones de elementos continuos*).
- H_2 = El material es homogéneo
- H_3 = El material es isótropo
- H_4 = Las secciones transversales de una barra que son planas y perpendiculares a su eje antes de la deformación, permanecen planas y normales al mismo, luego de la deformación.

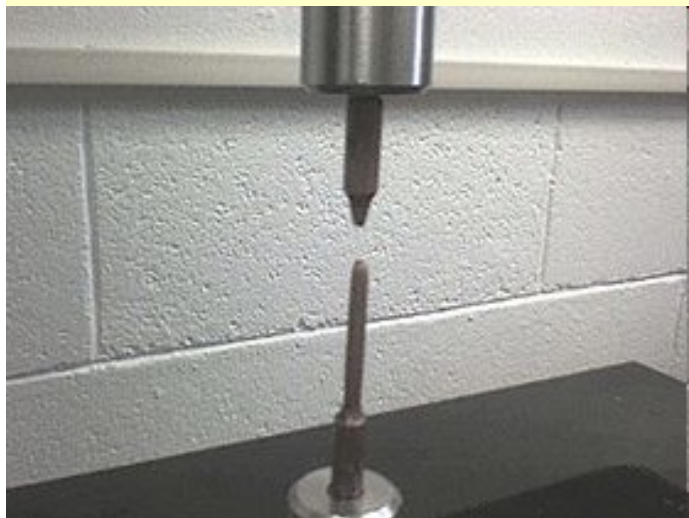
Probeta para ensayo de tracción







Máquina para ensayo de tensión



Probeta antes del ensayo y luego de sufrir fractura

Diagrama convencional de Tracción Aceros blandos (<0,25%C)

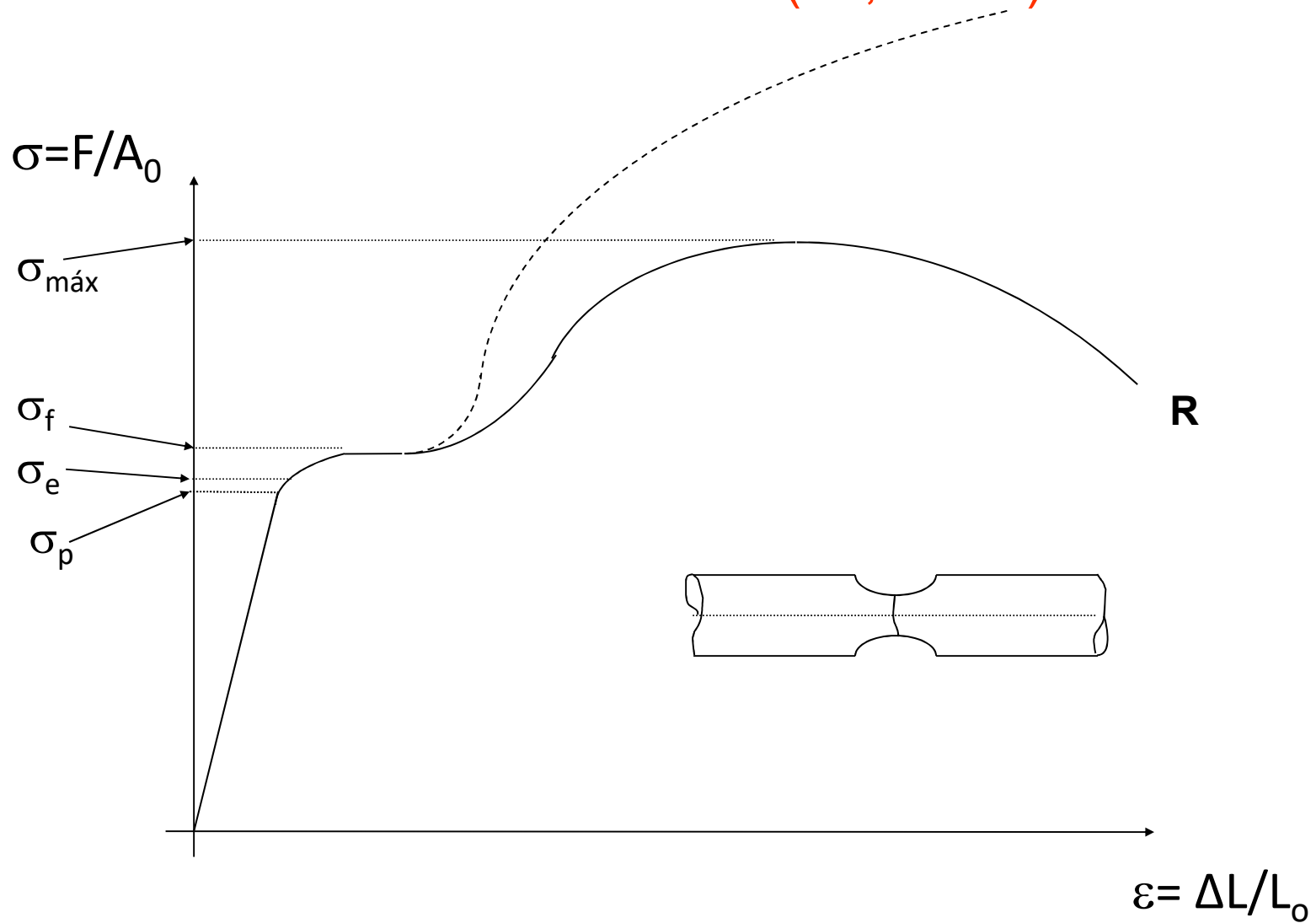
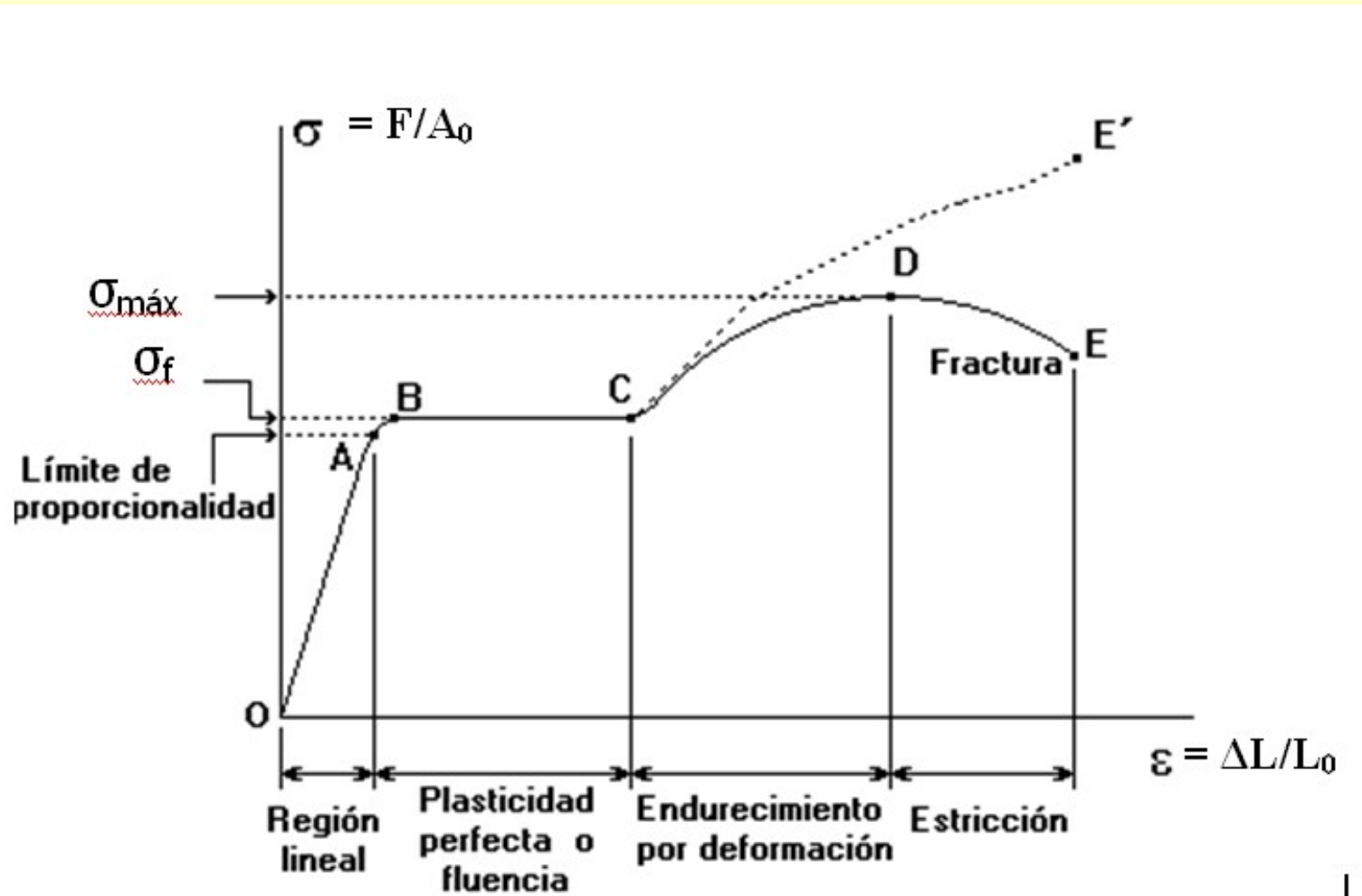
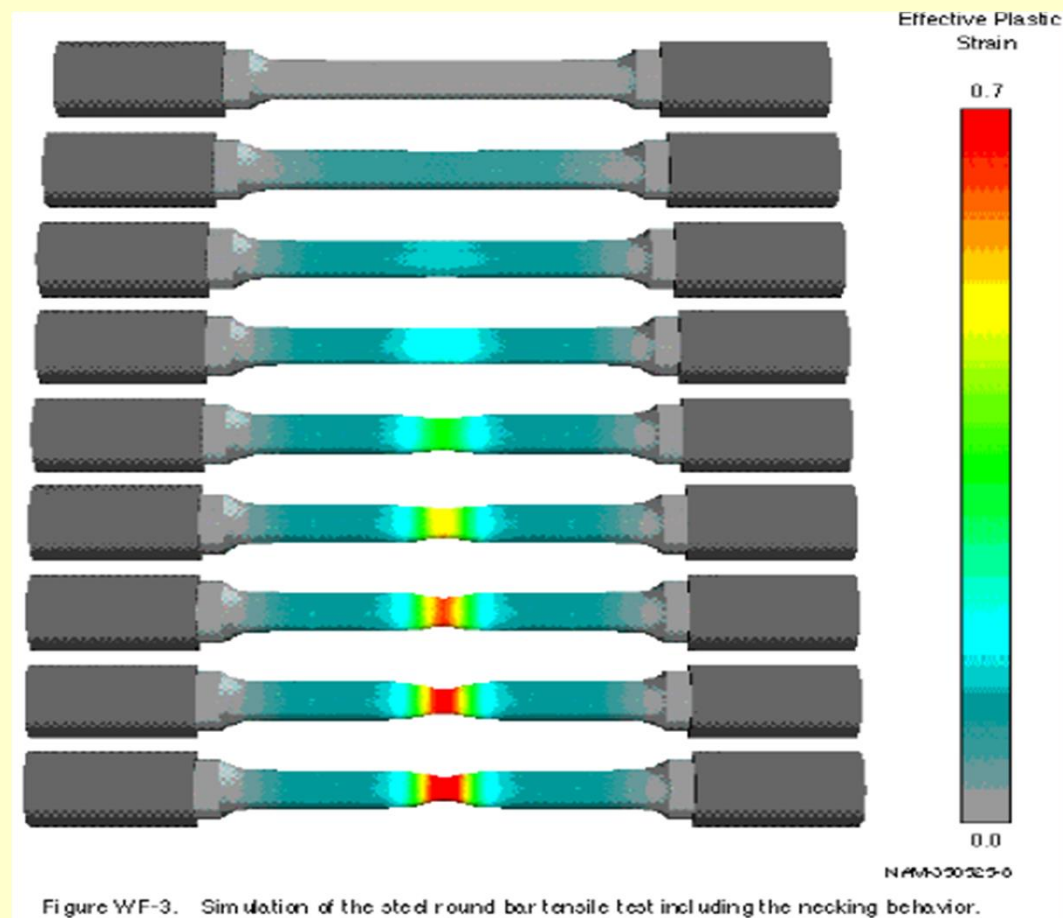


Diagrama convencional de tensión-deformación.

Materiales dúctiles





Características de resistencia

- Módulo de Young

$$\sigma = \varepsilon E \Rightarrow E = \sigma / \varepsilon = \frac{F / A_0}{\Delta L / L_0}$$

- Tensión máx = Resistencia a la tracción = $\sigma_{\text{máx}} = D/A_0$

- Tensión de cálculo = $\sigma_{\text{adm}} = \sigma \text{ límite} / c = \sigma_f / c$

$$\sigma_{\text{adm}} \geq \sigma_{\text{trabajo}}$$

$$\sigma_{\text{trabajo}} = F/A$$

Características de deformabilidad

- % Alargamiento = $\varepsilon = \frac{L_f - L_0}{L_0} * 100$

- % Estricción = $\psi = \frac{A_0 - A_f}{A_0} * 100$

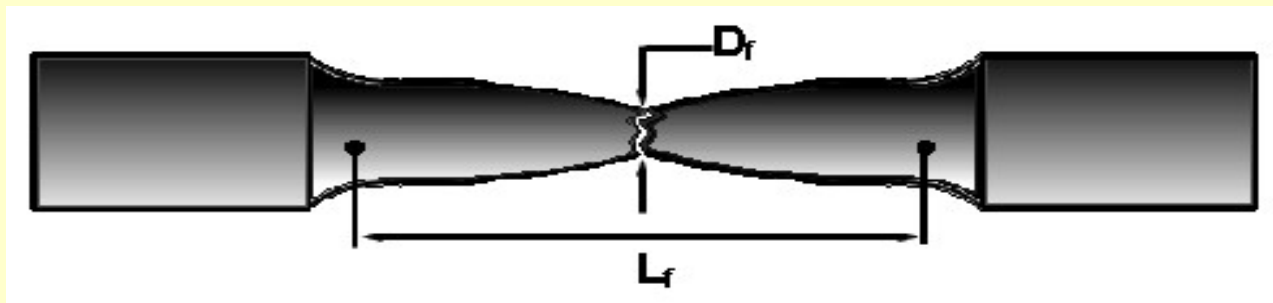
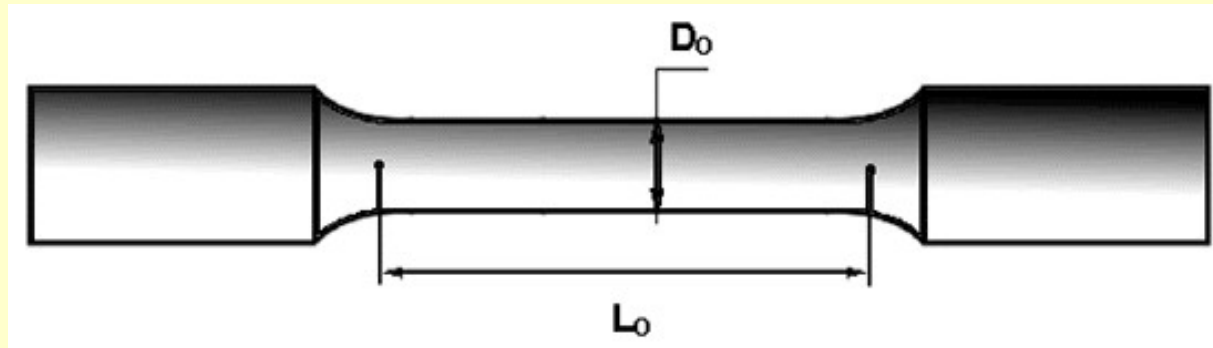
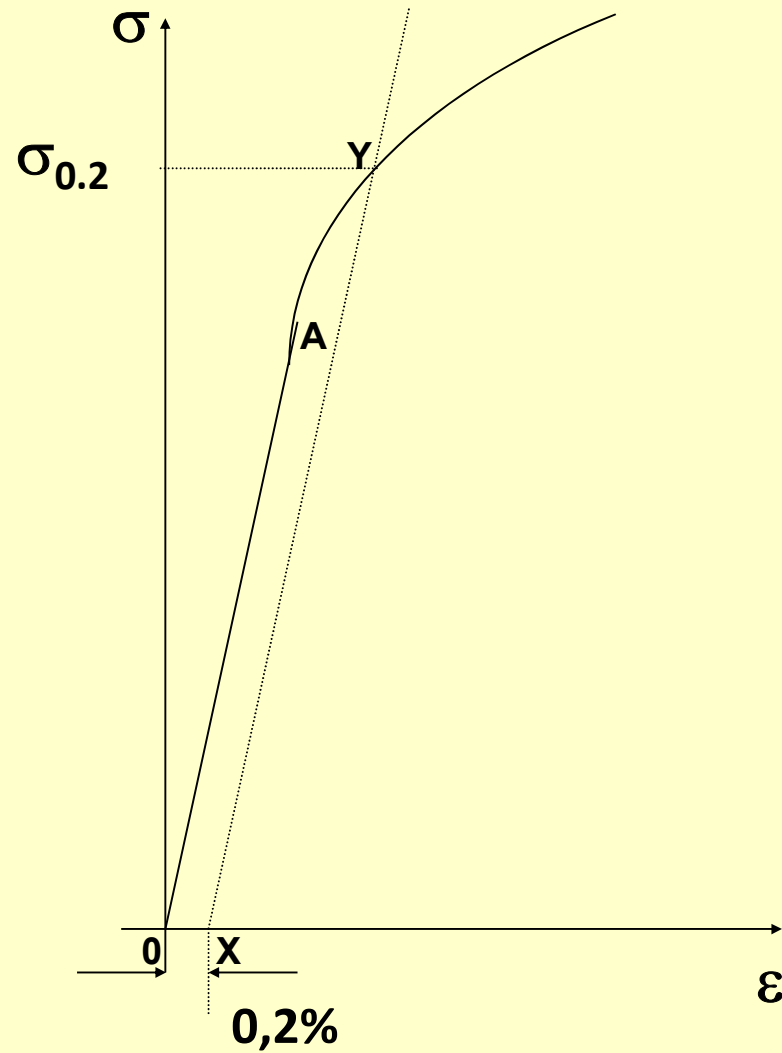


Diagrama convencional de Tracción Aceros duros. Alto porcentaje de carbono



Propiedades de los materiales:

- **ELASTICIDAD:** Volver a la forma inicial una vez desaparece la carga:
Ej.: goma, madera, acero con bajo porcentaje de carbono, aluminio
- **PLASTICIDAD:** Mantener la forma alcanzada una vez finalizada la carga:
Ej.: arcilla, masilla.

Propiedades de los materiales:

- **DUCTILIDAD:**

Se deforman mucho antes de romperse,
“avisan”:

Ej.: aceros dulces bajo carbono.

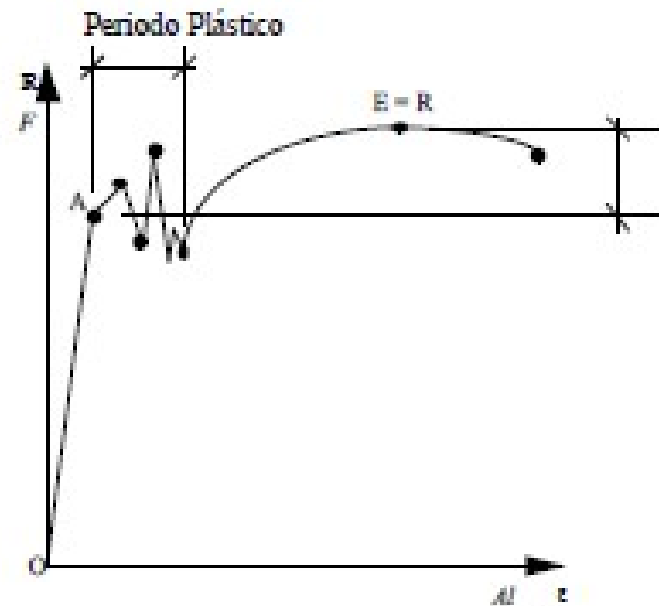
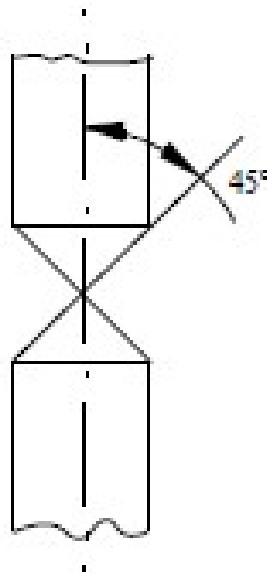
- **FRAGILIDAD:**

Se rompen casi sin deformarse, *“no avisan”*:

Ej.: aceros duros por tratamientos o aleaciones.

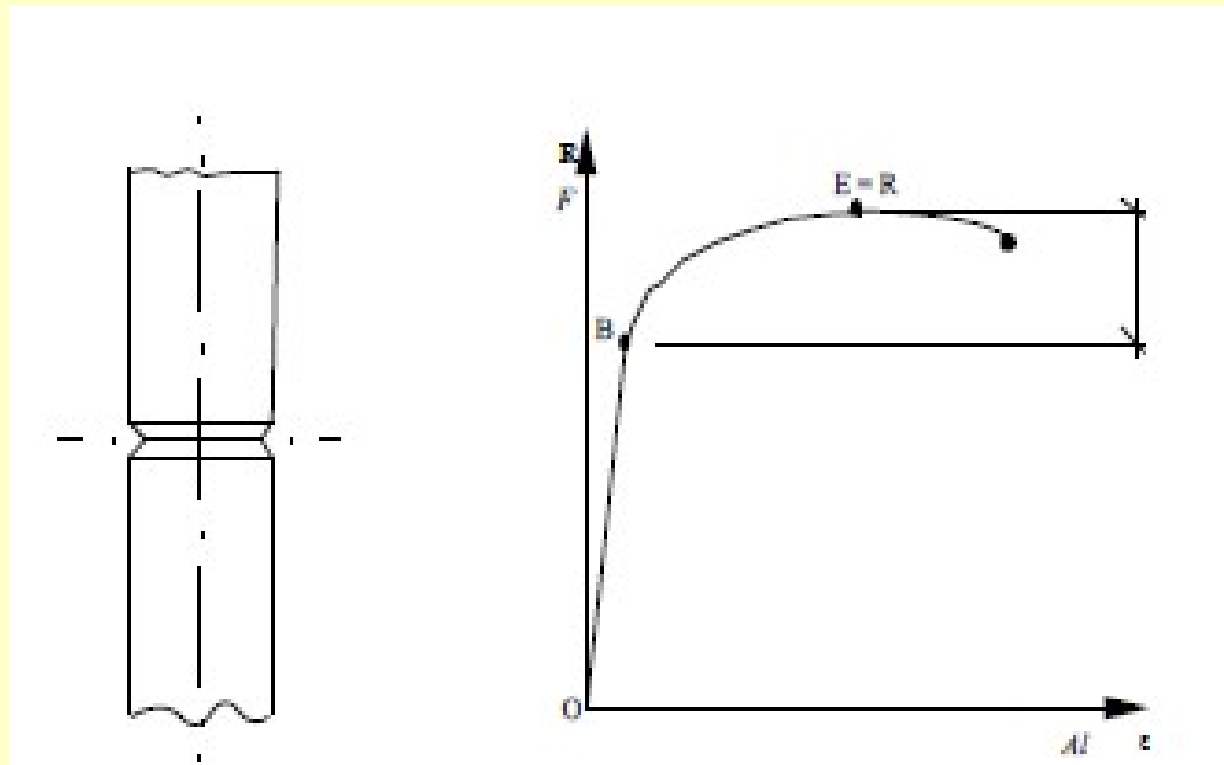
Materiales dúctiles

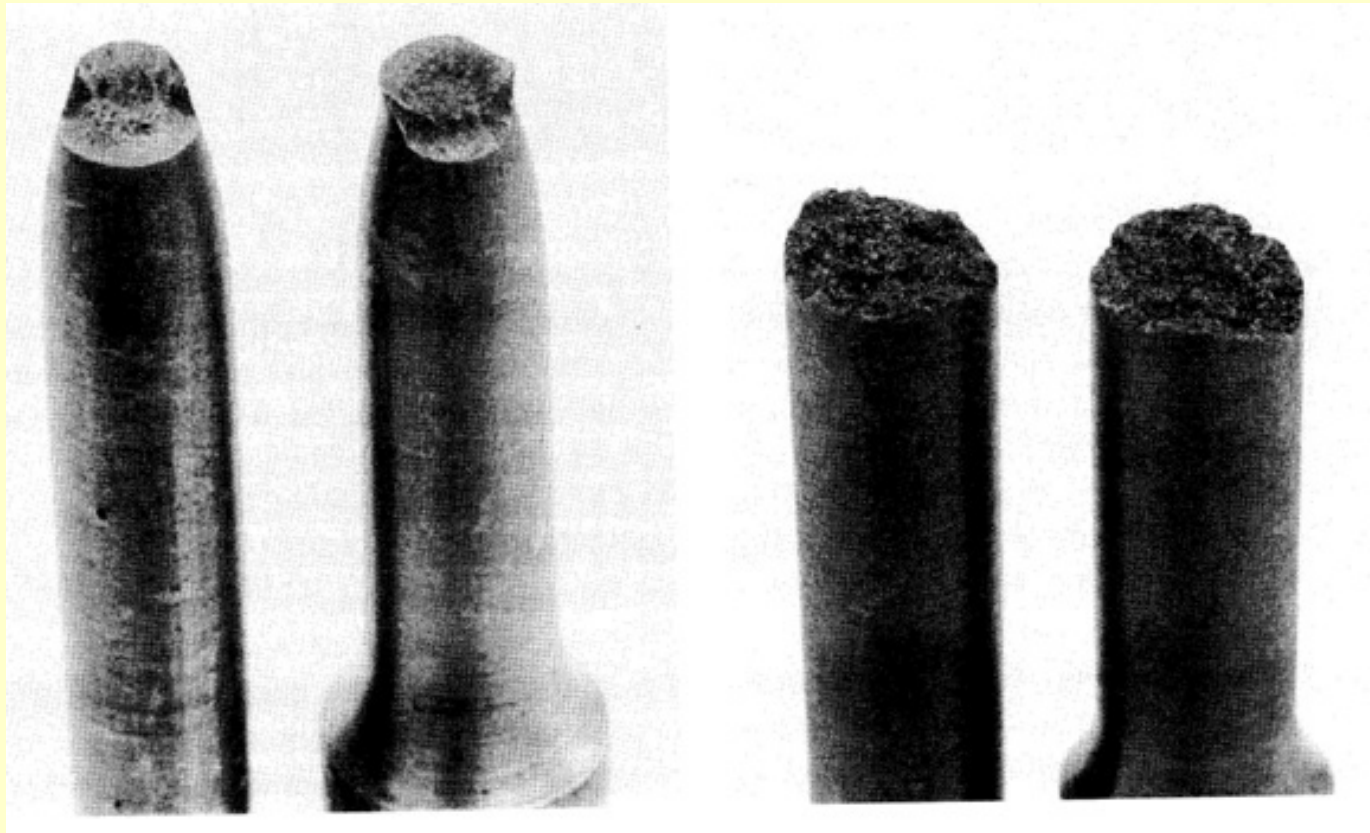
- Rotura en cono a 45°
- Marcado escalón de fluencia
- Gran diferencia entre la tensión de proporcionalidad y la tensión de rotura
- Grandes alargamientos

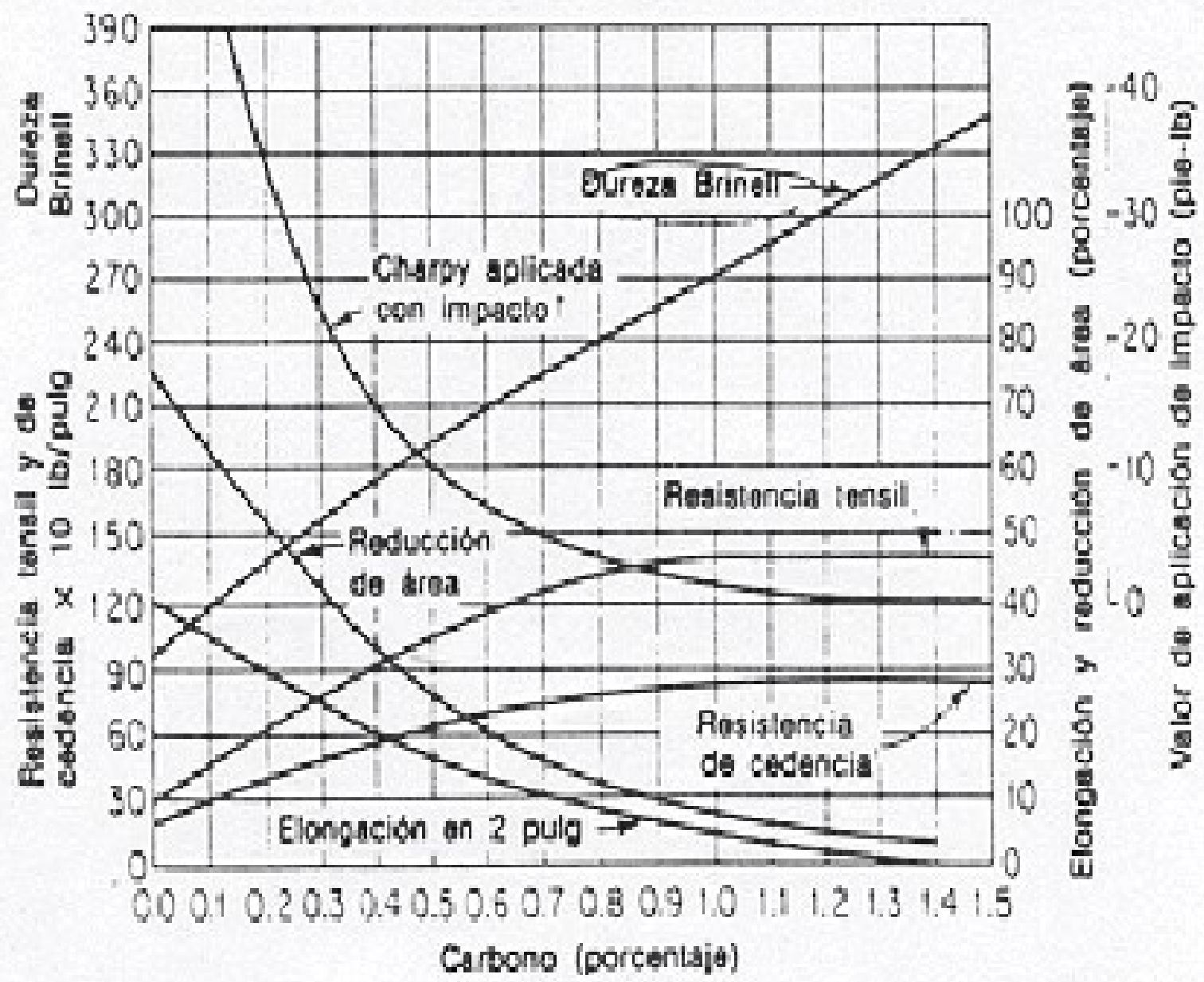


Materiales frágiles

- Rotura 90° con respecto al eje con apenas estricción
- Sin escalón de fluencia
- Alargamiento muy corto







Posibles cálculos a partir del ensayo y las condiciones de trabajo

- **Verificar** si la pieza resiste o si está bien dimensionada

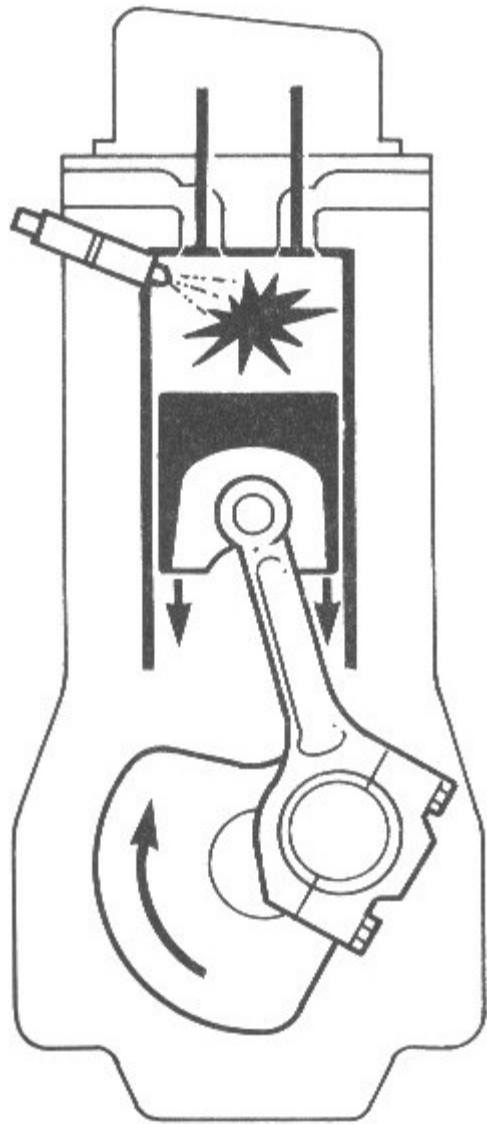
$$\sigma_{adm} \geq F/A$$

- **Dimensionar la pieza** = $F/A \leq \sigma_{adm}$

$$A \geq F / \sigma_{adm}$$

- **Calcular la Fuerza máxima** que resiste la pieza

$$F_{m\acute{a}x} \leq \sigma_{adm} A$$



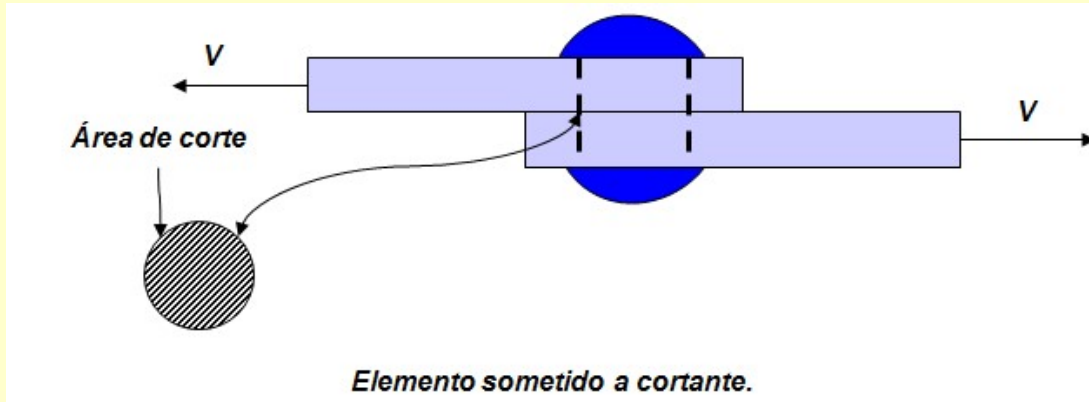
$$\sigma = F / A$$

Tracción

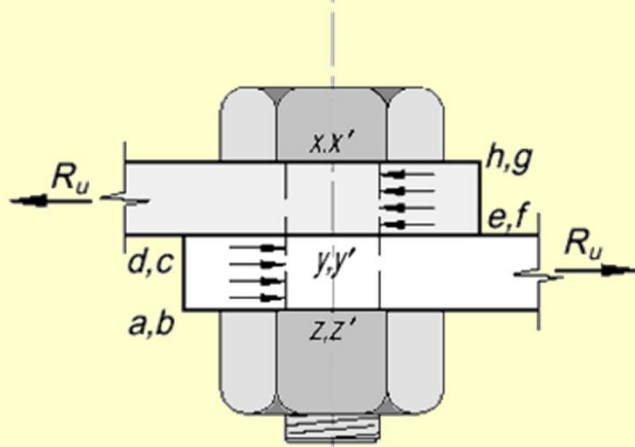
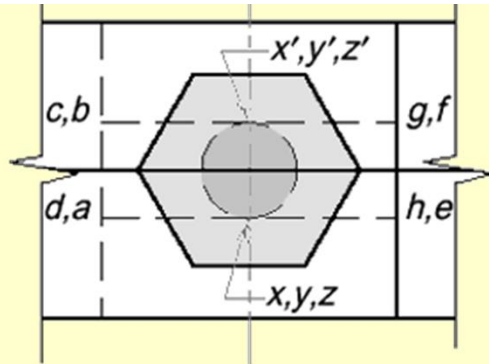


Compresión

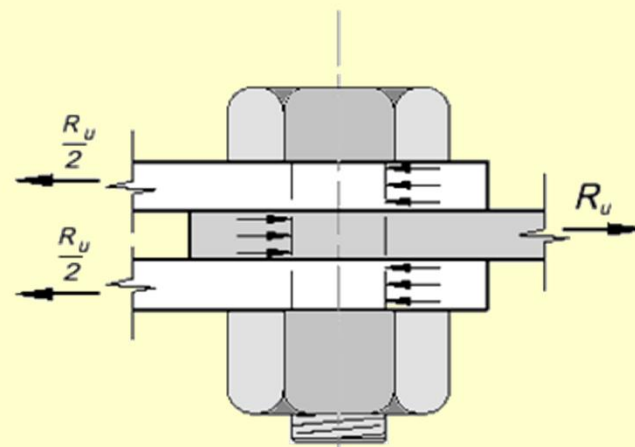




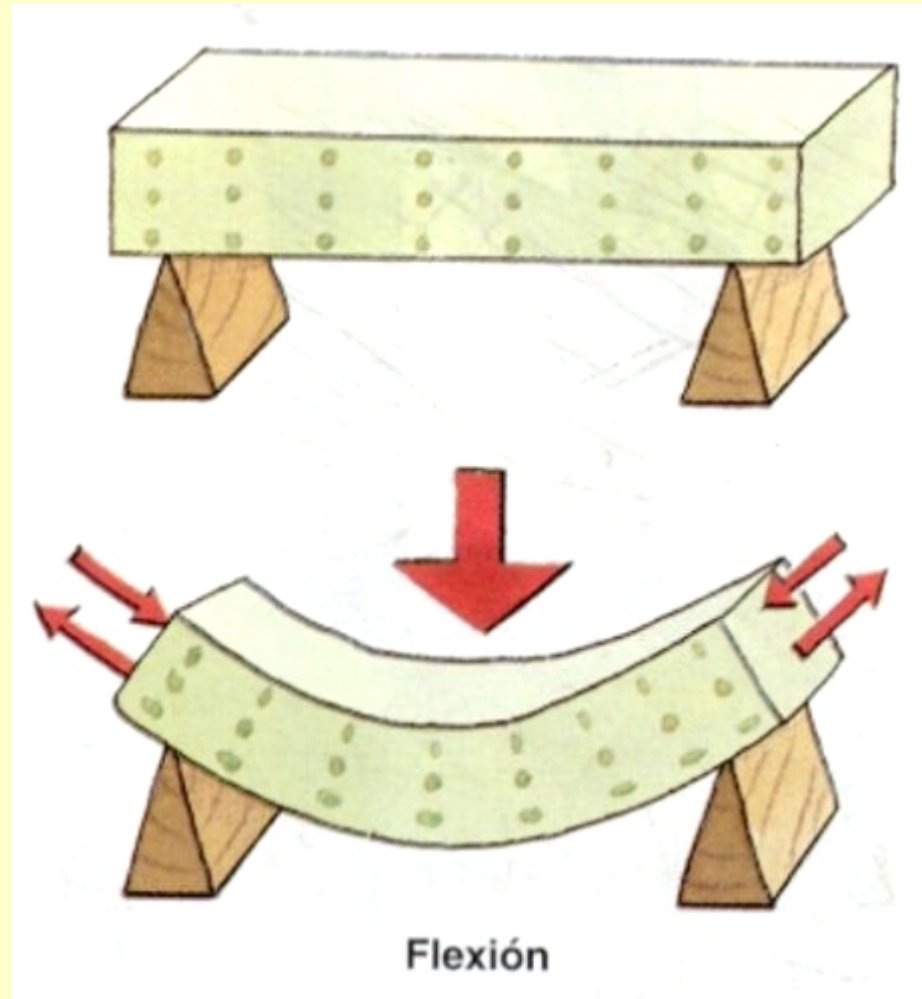
$$\tau = F / A$$



Corte Simple

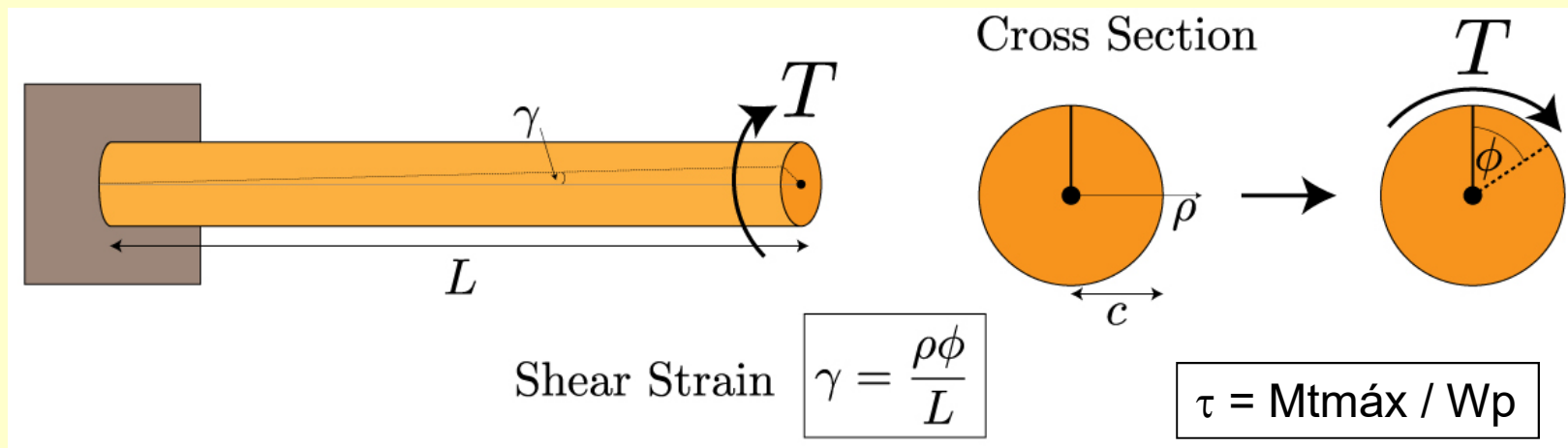
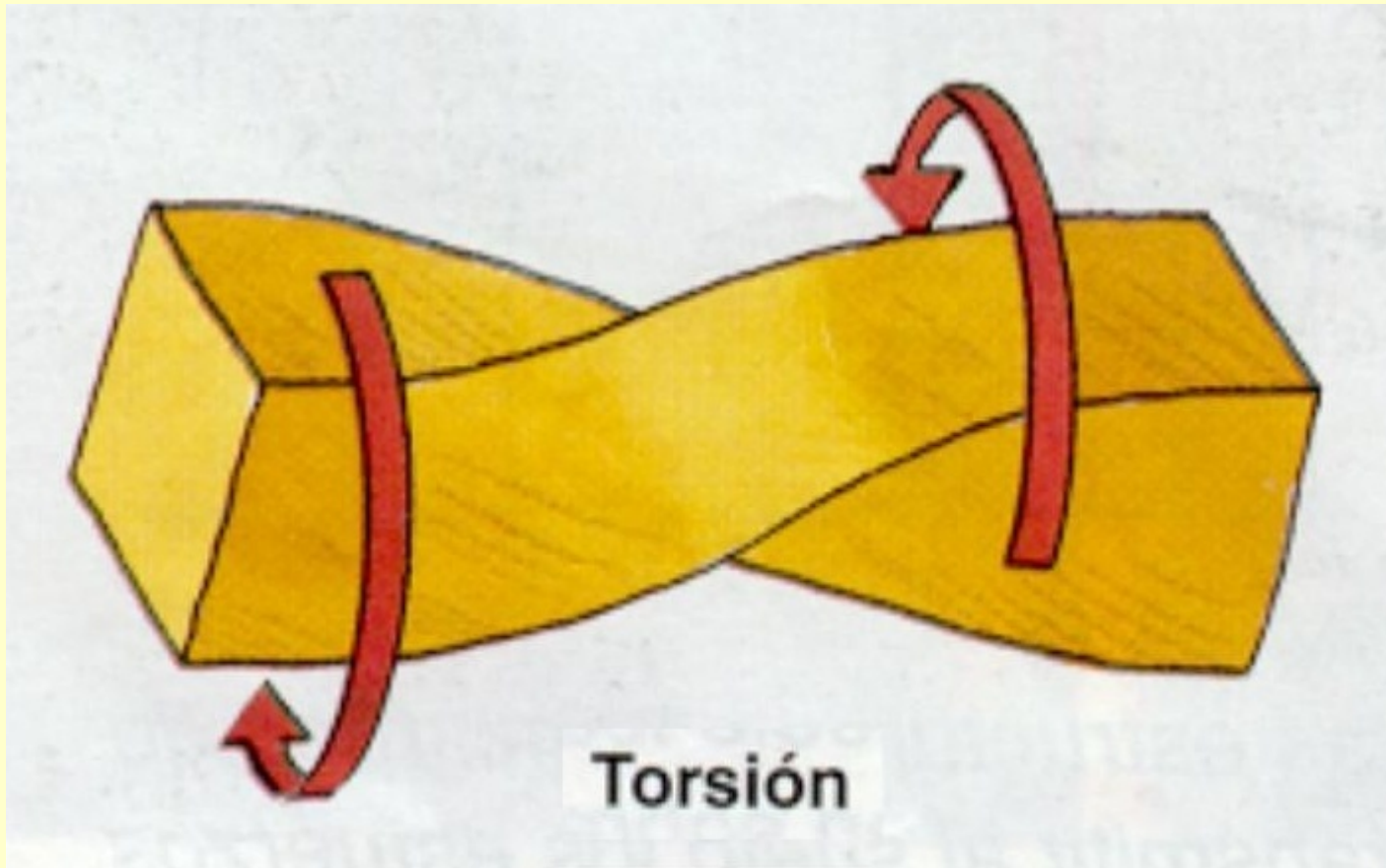


Corte Doble



$$\sigma = M_{f\text{m}\acute{a}x} / W_{xx}$$

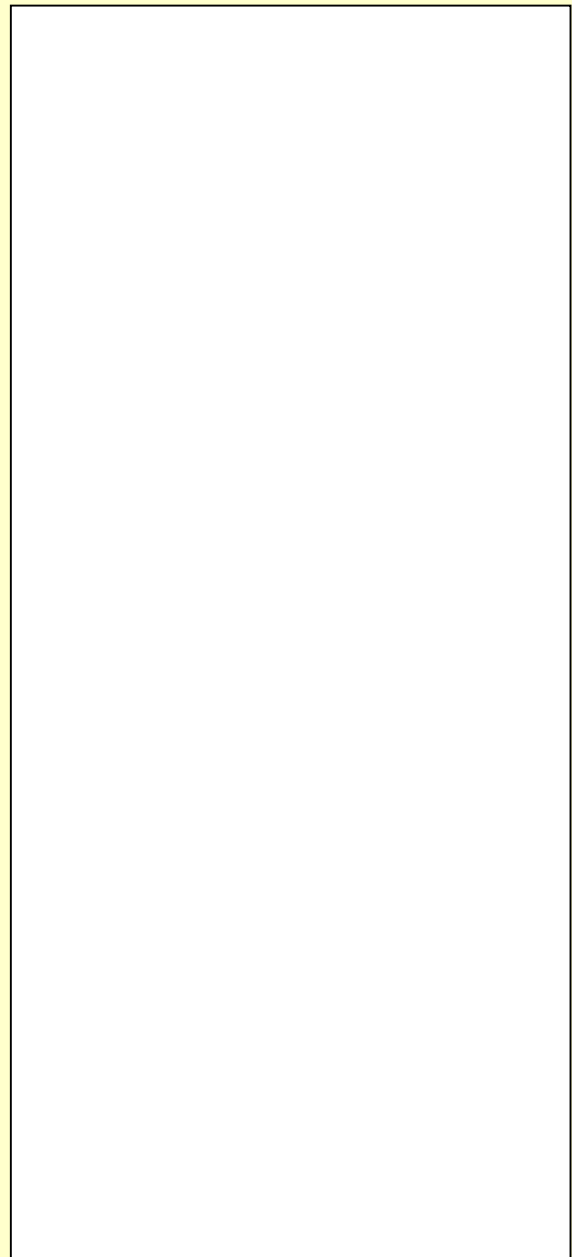
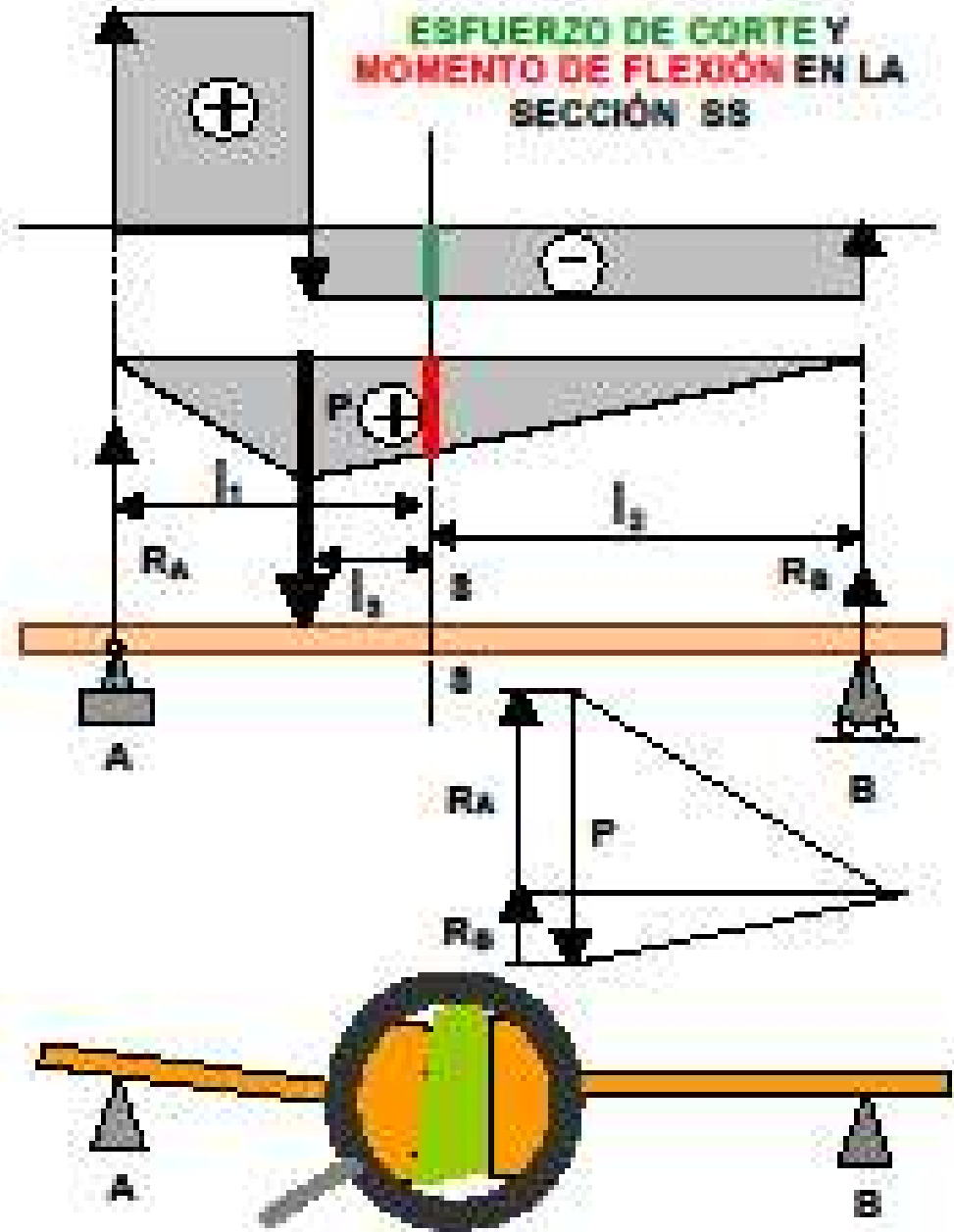


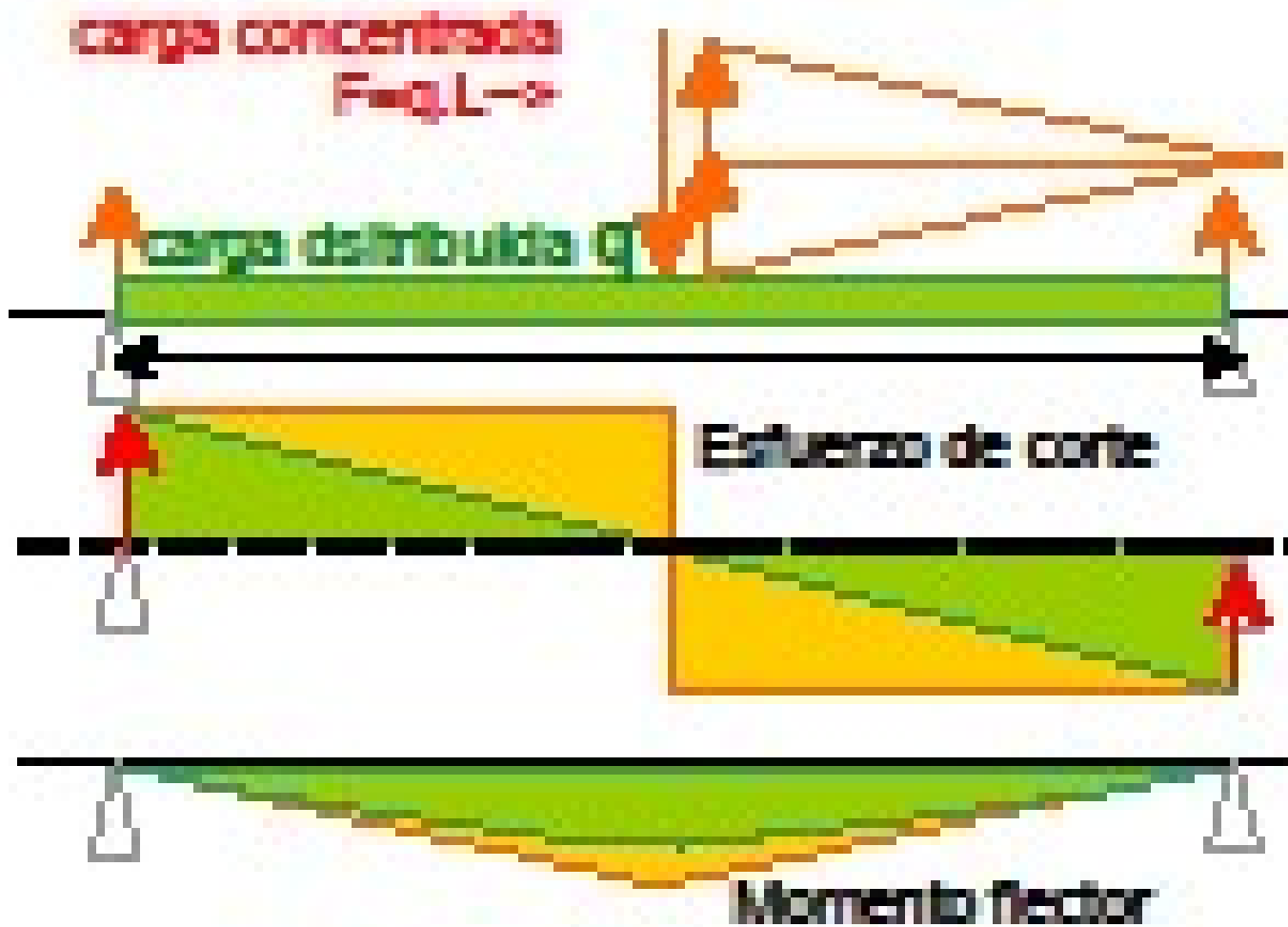






**ESFUERZO DE CORTE Y
MOMENTO DE FLEXIÓN EN LA
SECCIÓN SS**



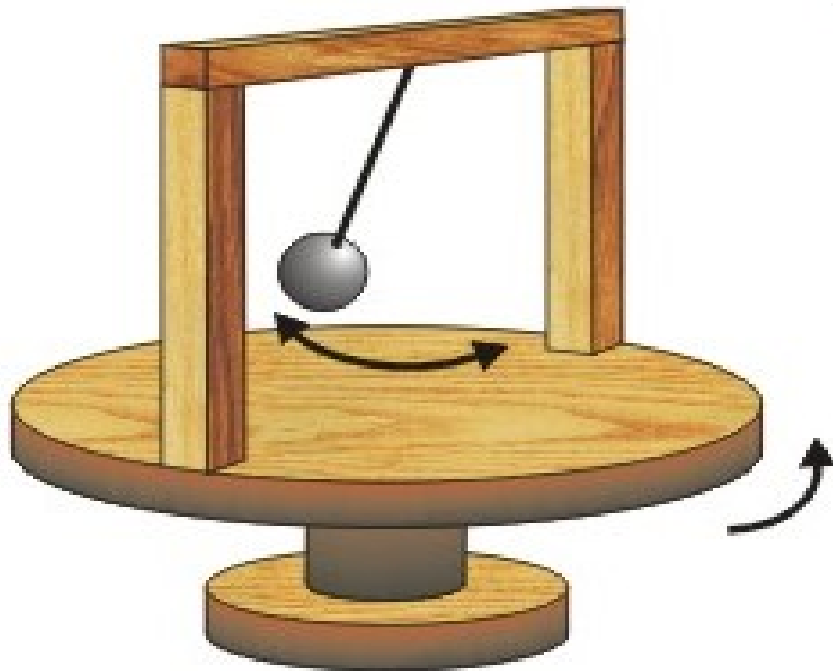


Comparación entre **carga concentrada** y **carga distribuida**

Vínculos:

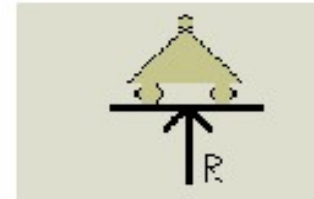
- Concepto: Se define por **vínculo**, enlace o ligadura, a toda limitación al movimiento libre de los puntos de un sistema material.
- **Grados de libertad** de un sistema es el número de coordenadas libres que fijan la configuración del mismo.
- Sistemas **ISOESTÁTICOS**: Estáticamente determinados con grados de libertad = 0
- Sistemas **HIPERESTÁTICOS**: vinculaciones superabundantes, respecto a los grados de libertad.
- **HIPOESTÁTICO**: Existen grados de libertad no restringidos.

Todo MECANISMO será un SISTEMA HIPOESTÁTICO



Clasificación

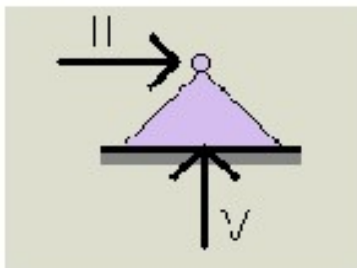
- a) **APOYOS DE PRIMER ORDEN: Apoyos simples** : Suprimen 1 grado de libertad (biela o rodillo)



Péndulos

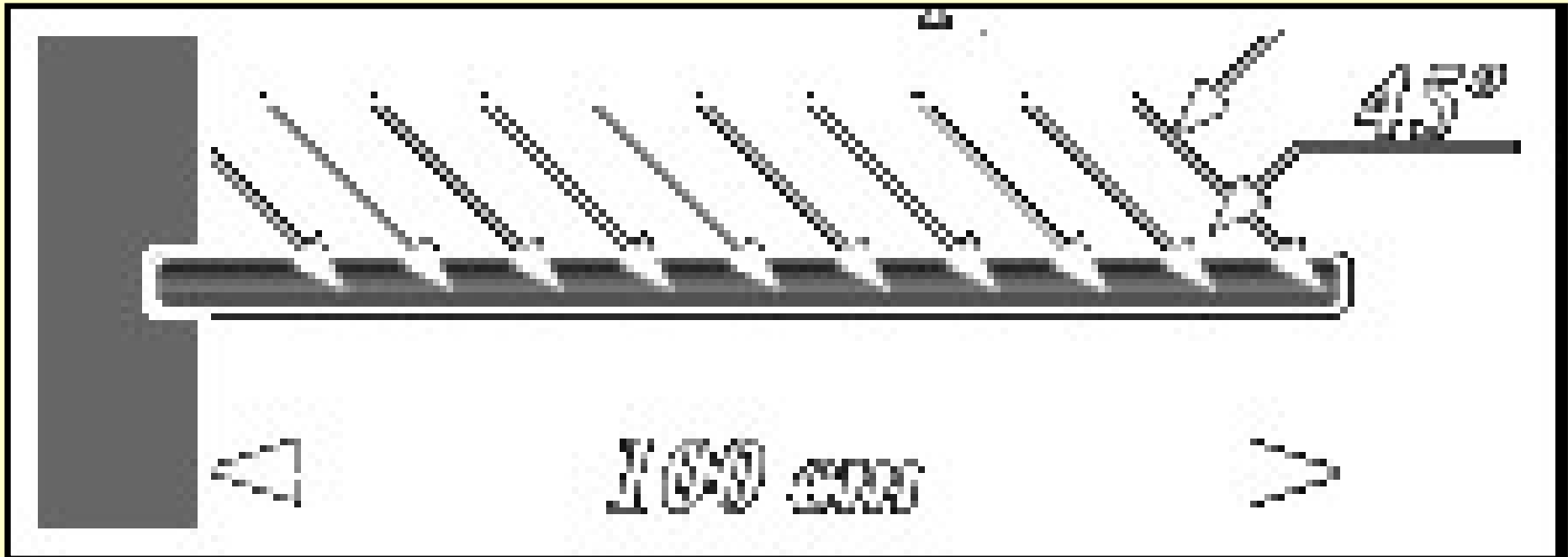
Articulaciones

- Son apoyos de segundo orden porque suprimen dos grados de libertad.

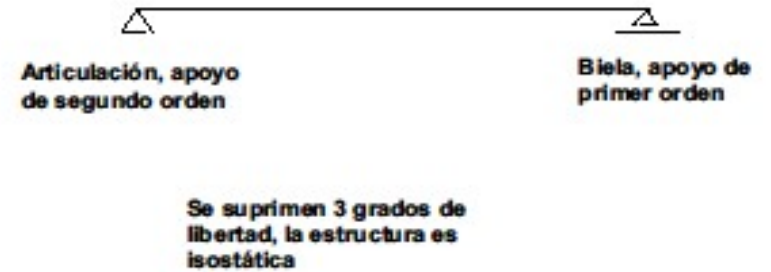


Ejes



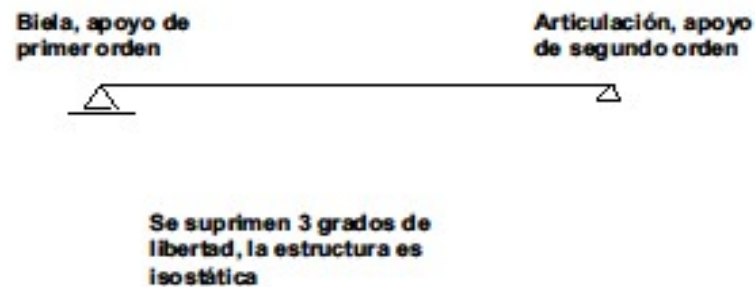


Estructuras isostáticas



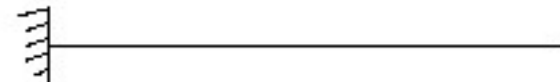
34

Estructuras isostáticas



Estructuras isostáticas

Empotramiento, apoyo de tercer orden



Se suprimen 3 grados de libertad, la estructura es isostática

Estructuras hiperestáticas

Empotramiento, apoyo de tercer orden



Biela, apoyo de primer orden



Se suprimen 4 grados de libertad, la estructura es hiperestática

37

Estructuras hiperestáticas

Biela, apoyo de primer orden



Biela, apoyo de primer orden



Articulación, apoyo de segundo orden



Se suprimen 4 grados de libertad, la estructura es hiperestática

38

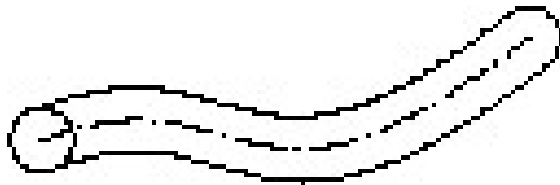
Estructura Hipoestática Mecanismos

Articulación, apoyo de segundo orden

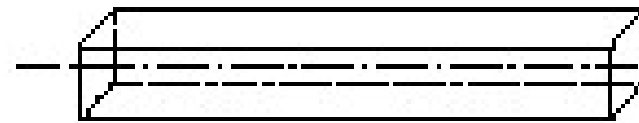


Se suprimen sólo 2 grados de libertad, el sistema es un mecanismo, se mueve, luego no puede usarse como estructura resistente de ninguna construcción

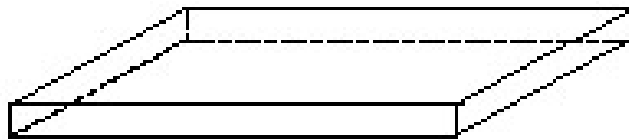
Elementos que se vinculan factibles de dimensionamiento:



Barra eje curvo



Barra eje recto



Placa, plancha o planchuela



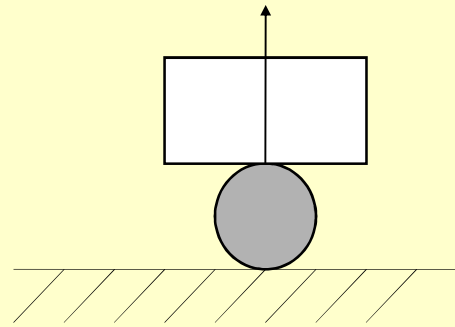
Bóveda

1. Vínculo de Primer Grado: 1 Grado de Libertad Restringido.

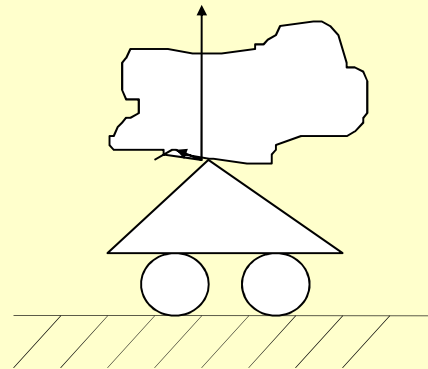
Apoyo móvil sobre un plano:

Este vínculo sólo transmite y soporta acciones normales a la superficie de apoyo.

1.) La bola

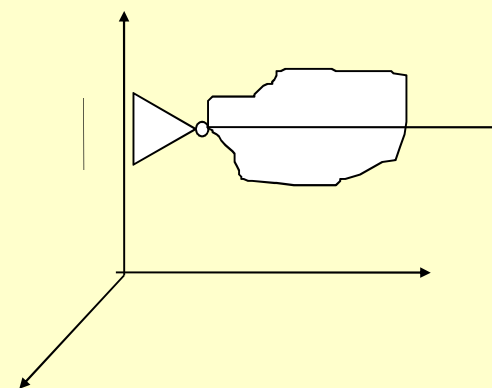


2.) La zapata (como apoyo)



2. Vínculo de Segundo Grado: 2 Grados de Libertad Restringidos.

Apoyo móvil sobre un eje (cojinete):

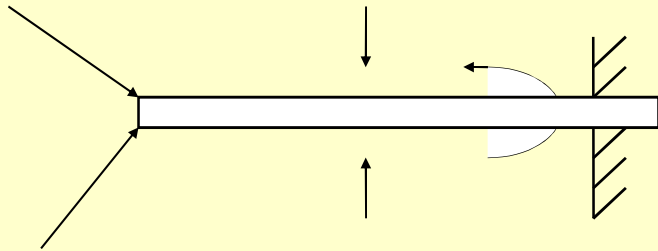


3. Vínculo de Tercer Grado: 3 Grados de Libertad Restringidos.

Barra empotrada:

Mediante él se impide cualquier desplazamiento lineal o angular del sólido.

El empotramiento soporta y transmite todas las fuerzas a las que se le someta.







Bibliografía

- “Resistencia de materiales”. CEA
- Resistencia de materiales. S. Timoshenko. Espasa-Calpe. Madrid. 1957.
- Ciencia e ingeniería de los materiales. D. Askeland. International Thompson Editores. 2000
- Mecánica de materiales. James M. Gere Ed Thomson