

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL DE LA
CARRERA DE INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

P R E S E N T A :

GERARDO F. ORTA CAMARILLO

C U R S O

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. SEPTIEMBRE, 1996

T

TA410

0771

c.1



1080078455

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ADMINISTRADOR

PRESENTA:

GERARDO F. ORTA CAMARILLO

ASESOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL



T
TAYIO
0771



CURSO - TESIS**PRUEBAS MECÁNICAS EN LOS MATERIALES.**

ÍNDICE	PAGINA
1.- CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	2
2.- ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES	6
=>. METALES	
=>. POLÍMEROS	
3.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS BÁSICAS	13
4.- MAQUINAS, ACCESORIOS, ADITAMENTOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	25

1.- CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

1.- FERROSOS:

ACEROS: ORDINARIOS
 ALEADOS

FUNDICIONES: GRISES NODULAR
 FERRITICO
 PERLITICO

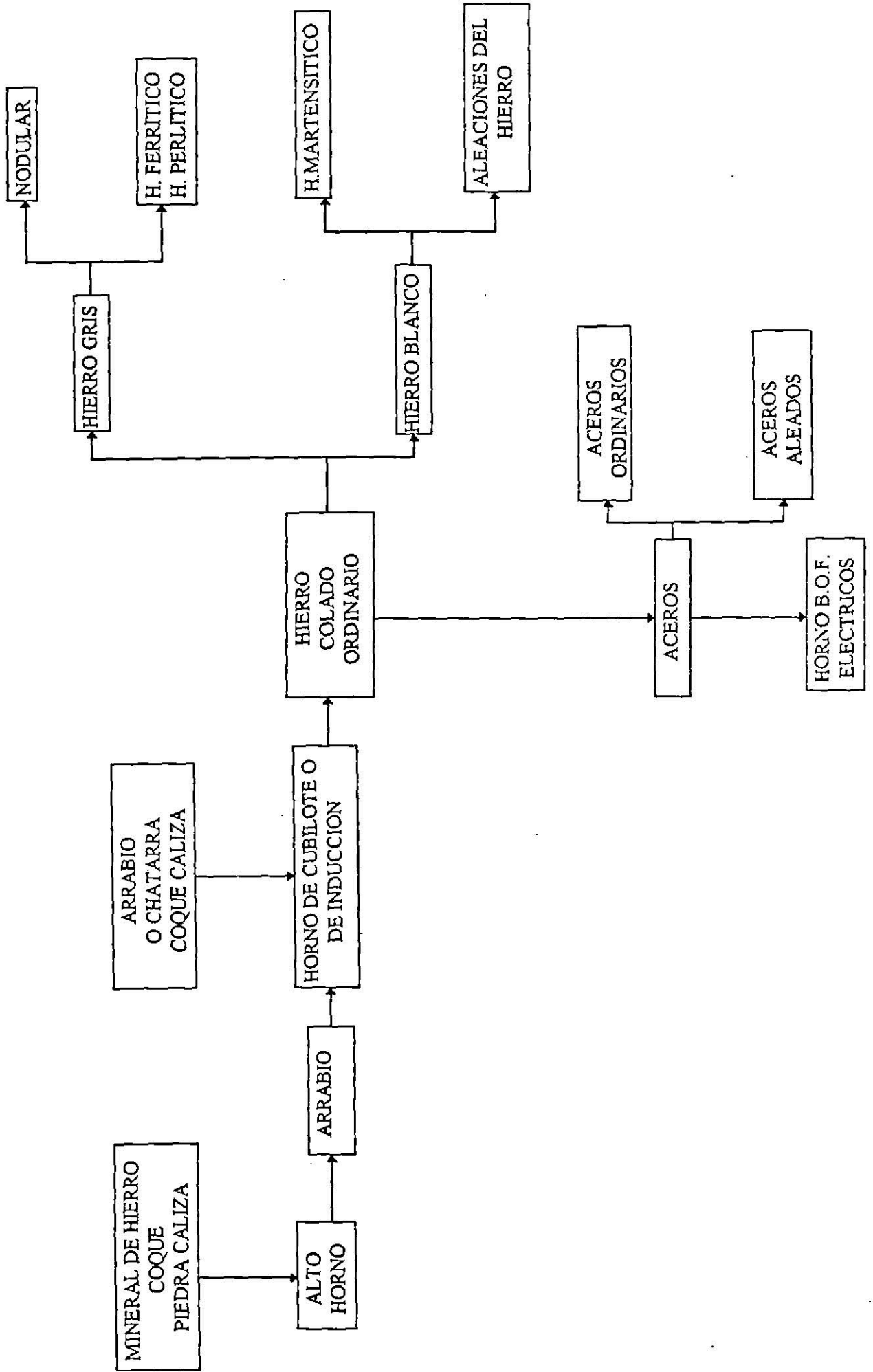
 BLANCAS: H. MARTENSITICOS
 ESPECIALES ALEACIONES

2.- NO -FERROSOS COBRE Y SUS ALEACIONES
 ALUMINIO Y SUS ALEACIONES
 NÍQUEL, CROMO, ESTAÑO, ETC.,

3.- ORGÁNICOS: MADERA
 POLÍMEROS
 ELASTOMEROS

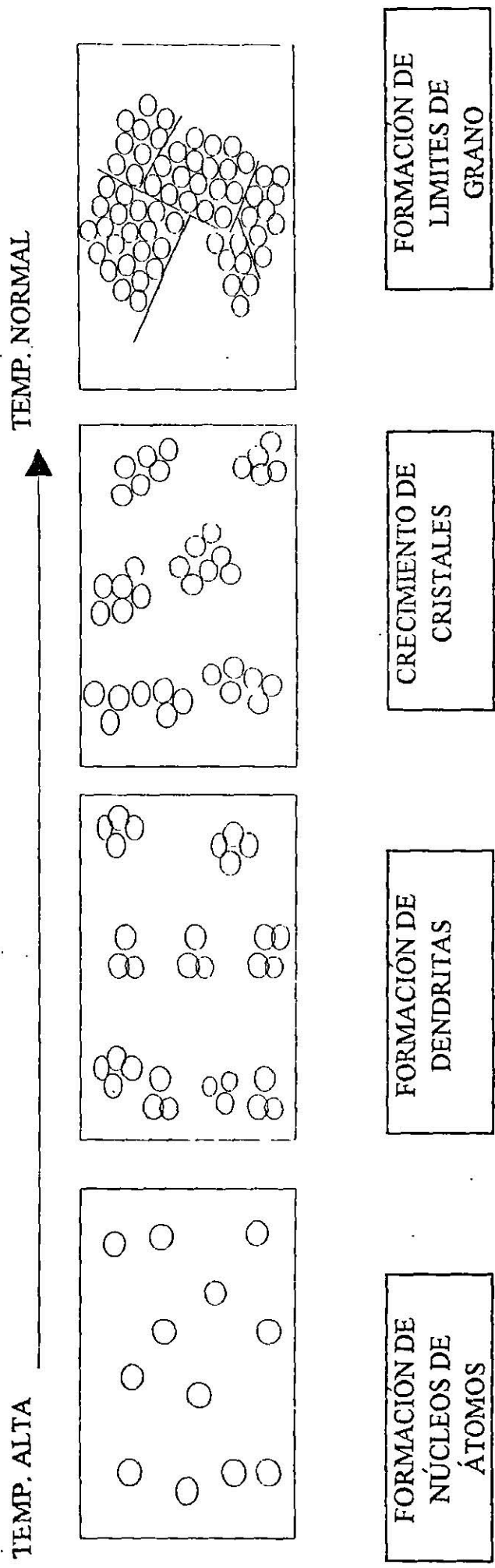
4.- INORGÁNICOS: FIBRAS COMPUESTAS
 CERÁMICOS
 VIDRIOS
 MINERALES

DIAGRAMA DE OBTENCION DEL HIERRO Y EL ACERO



MECANISMOS DE CRISTALIZACIÓN EN LOS METALES

ES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE UN ESTADO LIQUIDO A UNO SÓLIDO
DESARROLLÁNDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA



2.- ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES

PARA METALES: SU ESTRUCTURA ESTA COMPUESTA POR AGRUPAMIENTO DE ÁTOMOS.

ESTADO DE LA MATERIA EN LA OBTENCIÓN DE UN METAL.:

- . GASEOSOS
- . LÍQUIDOS
- . SÓLIDOS

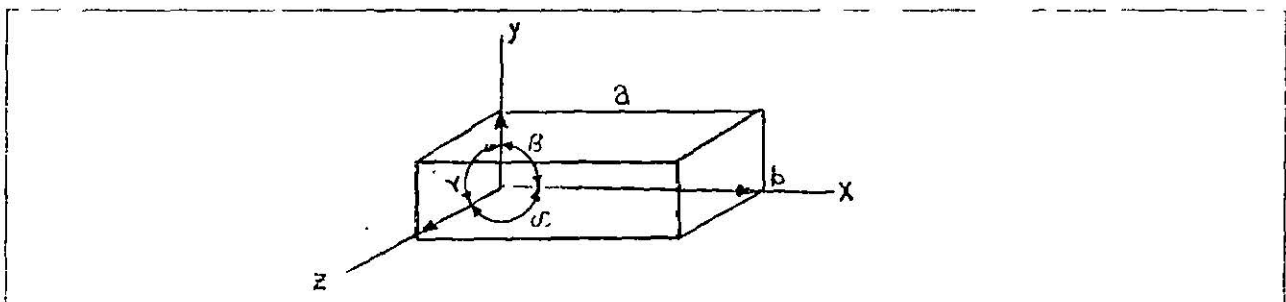
TIPOS DE ENLACES

- . IONICO
- . METÁLICO
- . COVALENTE
- . VANDER - WALLS
- . PUENTE DE HIDROGENO

RED. O ESTRUCTURA CRISTALINA: AGRUPACION DE ATOMOS EN FORMA ORDENADA DENOMINADAS CELDILLAS ESPECIALES.

CARACTERÍSTICAS DE LA RED.:

- . SUS LONGITUDES (A,B,C)
- . SUS ÁNGULOS (α, β, γ)



LOS SIETE SISTEMAS CRISTALINOS

- 1.- **MONOCLINICO**
 - 1) SIMPLE
 - 2) DE EXTREMOS CENTRADOS
- 2.- **TRICLINICO**
 - 3) SIMPLE
- 3.- **HEXAGONAL**
 - 4) CON EXTREMOS CENTRADOS
- 4.- **ROMBOEDRICO**
 - 5) SIMPLE
- 5.- **ORTORROMBICO**
 - 6) SIMPLE
 - 7) CUERPO CENTRADO
 - 8) EXTREMOS CENTRADOS
 - 9) CARAS CENTRADAS
- 6.- **TETRAGONAL**
 - 10) SIMPLE
 - 11) CUERPO CENTRADO
- 7.- **CUBICO**
 - 12) SIMPLE
 - 13) CUERPOS CENTRADOS
 - 14) CARAS CENTRADAS

LOS SISTEMAS DE CRISTALIZACIÓN MAS COMUNES SON:

CUBICO*
HEXAGONAL*
TETRAGONAL
ORTORROMBICO
ROMBOEDRICO

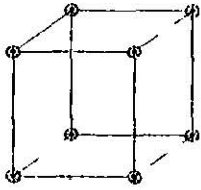
*** EN METALES**

DEFECTOS O IMPERFECCIONES DEL CRISTAL

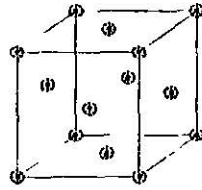
VACANCIAS
INTERSTICIOS
DISLOCACIONES (BORDE Y HELICOIDALES)

POLOMORFISMO O ALOTROPIA ES CUANDO EL MATERIAL PRESENTA EN VARIAS FORMAS

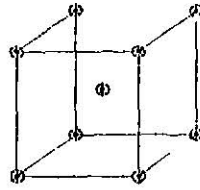
REDES ESPACIALES O TIPOS DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS



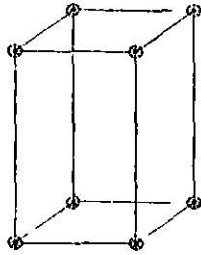
CUBICA
SIMPLE



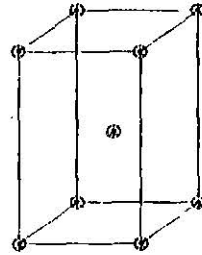
CUBICA
CENTRADA
EN LAS
CARAS



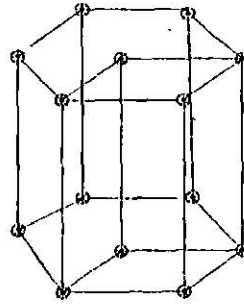
CUBICA
CENTRADA EN
EL CUERPO



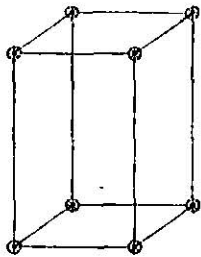
TETRAGONAL
SIMPLE



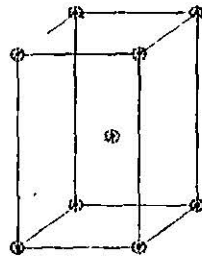
TETRAGONAL
CENTRADA EN
EL CUERPO



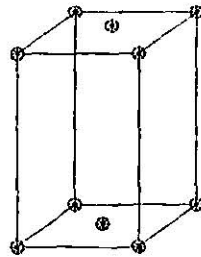
HEXAGONAL



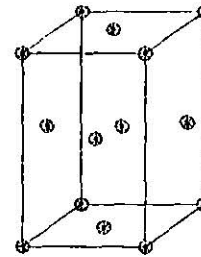
ORTORROMBICA
SIMPLE



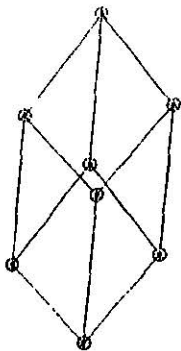
ORTORROMBICA
CENTRADA EN EL
CUERPO



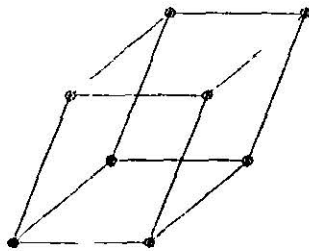
ORTORROMBICA
CENTRADA EN LAS
BASES



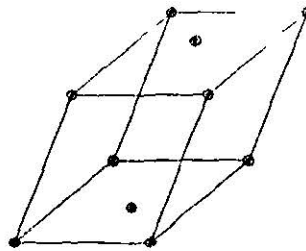
ORTORROMBICA
CENTRADA EN LAS
CARAS



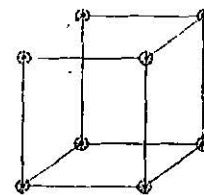
ROMBOEDRICA



MONOCLINICA
SIMPLE



MONOCLINICA
CENTRADA EN LAS
BASES



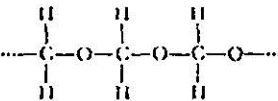
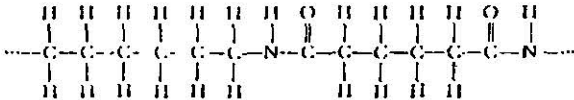
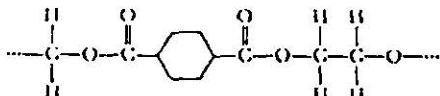
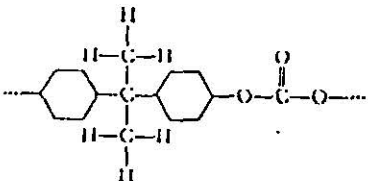
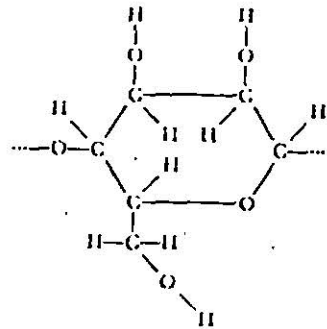
TRICLINICA

LOS SIETE SISTEMAS DE EST UCTURA CRISTALINA
Y LAS 14 REDES DE BRAVA' S

ESTRUCTURA DE LOS POLÍMEROS

SON MACROMOLÉCULAS ORGÁNICAS QUE A TRAVÉS DE UN ENLACE QUÍMICO FORMAN EL MONOMERO (O UNIDAD MONOMERICA) EL CUAL SE REPETIRÁ MILLONES DE VECES EN CADENAS LINEALES O CRUZADAS PARA FINALMENTE CONSTRUIR UN POLÍMERO

EJEMPLO:

Polímero	Estructura	Resistencia a la tracción (psi)	Elongación (%)	Módulo de elasticidad (ksi)	Densidad (g/cm ³)
Poliéter (acetil)		9,500-12,000	25-75	520	1.42
Poliamida (nylon)		11,000-12,000	60-300	400-500	1.14
Poliéster (dacrón)		8,000-10,500	50-300	400-600	1.36
Policarbonato		9,000-11,000	110-130	300-400	1.2
Celulosa		2,000-8,000	5-50	200-250	1.50

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS POLÍMEROS:

- . LIGEROS
- . RESISTENTES A LA CORROSIÓN
- . AISLANTES ELÉCTRICOS
- . BAJA RESISTENCIA A LA TENSIÓN
- . NO USADOS EN TEMPERATURAS ALTAS.
- . MUY USUAL.

CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS:

SEGÚN SU MECANISMO DE POLIMERIZACIÓN:

POLÍMEROS POR ADICIÓN:

SON CADENAS FORMADAS POR EL ENLACE COVALENTE DE LAS MOLÉCULAS.

POLÍMEROS POR CONDENSACIÓN

SE PRODUCEN CUANDO SE UNEN DOS O MAS TIPOS DE MOLÉCULAS MEDIANTE UNA REACCIÓN QUÍMICA QUE LIBERA AGUA.

SEGÚN SU ESTRUCTURA:

POLÍMEROS LINEALES:

SON CADENAS LARGAS DE MOLÉCULAS QUE SON FORMADAS POR UNA REACCIÓN DE ADICIÓN O CONDENSACIÓN.

POLÍMEROS DE RED:

SON ESTRUCTURAS RETICULARES TRIDIMENSIONAL PRODUCIDOS MEDIANTE UN PROCESO DE ENLACES CRUZADOS QUE IMPLICA UNA REACCIÓN DE ADICIÓN O CONDENSACIÓN.

SEGÚN SU COMPORTAMIENTO.

POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS: SON POLÍMEROS DE ESTRUCTURA LINEAL QUE SE COMPORTAN DE MANERA PLÁSTICA A ELEVADAS TEMPERATURAS Y PUEDEN SER CONFORMADOS A TEMPERATURAS ELEVADAS, ENFRIADOS Y LUEGO RECALENTADOS Y CONFORMADOS.

POLÍMEROS TERMOESTABLES O TERMOFIJOS: SON DE RED O ESTRUCTURA TRIDIMENSIONAL RETICULADO POR LO QUE SE CONSIDERAN RÍGIDOS Y NO SE ABLANDAN CUANDO SE CALIENTAN. SE FORMAN POR REACCIÓN DE CONDENSACION NO SE PUEDEN REPROCESAR DEBIDO A QUE PARTE DE LAS MOLECULAS SALEN DEL MATERIAL.

SEGÚN SU GRADO DE POLIMERIZACION:

- . HOMOPOLIMEROS (UN SOLO TIPO)
- . COPOLIMEROS (DOS O MAS TIPOS)
- . OLIGOPOLIMEROS (POCOS MONOMEROS)
- . POLÍMEROS.

SEGÚN SU NATURALEZA.

- . NATURALES (LINO, SEDA, ASBESTOS, CELULOSA)
- . ARTIFICIALES O SINTÉTICOS (RAYÓN NITRATO DE CELULOSA).
- . SEGÚN SU ORIGEN:
 - . VEGETALES (ALGODÓN, CELULOSA, ETC. O
 - . ANIMALES (PELOS)
 - . MINERALES (ASBESTOS, FIBRA DE VIDRIO).

POLÍMEROS INORGÁNICOS:

SON MACROMOLÉCULAS QUE SE CONSTITUYEN DE CADENAS QUE NO CONTIENEN ÁTOMOS DE CARBONO.

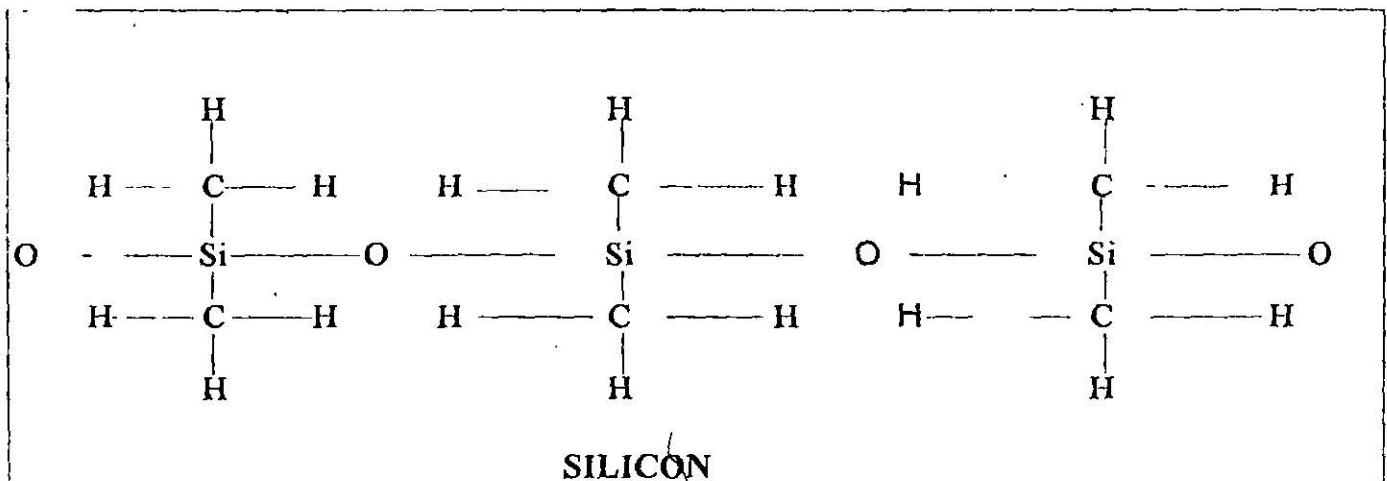
SE CLASIFICAN EN NATURALES Y ARTIFICIALES:

NATURALES: ASBESTOS
 FIBRAS DE CARBONO O DE GRAFITO OBTENIDAS POR EXTRUSION.

ARTIFICIALES: FIBRA DE VIDRIO
 SILICONES

ELASTOMEROS:

ELASTOMERO (CAUCHO O HULES) ES UNA CADENA POLIMERICA QUE SE ENCUENTRAN ENROLLADA DEBIDO AL ARREGLO CIS DE LOS ENLACES. POR LO QUE AL APLICARSE UNA FUERZA SE ALARGA AL DESENRROLLARSE LAS CADENAS. DESLIZANDECE UNAS SOBRE OTRAS Y PROVOCANDO UNA COMBINACIÓN PLÁSTICA Y ELASTICA. TIENEN UN COMPORTA MIENTO INTERMEDIO Y LA CAPACIDAD DE DEFORMARSE ELÁSTICAMENTE EN ALTO GRADO SIN CAMBIAR DE FORMA.



3.- PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN LOS MATERIALES.

OBJETIVO DE LA PRACTICA: Es el de conocer la manera de obtener las características y propiedades mecánicas básicas en los materiales.

TEORÍA: Basándonos en un ensayo estático de tensión y su gráfica de comportamiento esfuerzo. vs. deformación unitaria, obtendremos las siguientes características y propiedades mecánicas básicas en los materiales.:

- . RESISTENCIA
- . DUCTILIDAD
- . RIGIDEZ
- . RESILIENCIA
- . TENACIDAD
- . ESTÁNDARES DE PROBETAS
- . VELOCIDAD DEL ENSAYO
- . TEXTURA DE GRANO Y TIPOS DE FALLAS.

RESISTENCIA MECÁNICA: Es la oposición que ofrece el material a través de su fuerza interna (molecular) a la fuerza o carga aplicada.

Esta se mide a través de:

- 1.- LIMITE PROPORCIONAL (o.l.p.): Es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin perder la proporcionalidad entre esfuerzo y deformación, es decir. que representara el ultimo punto en la pendiente de la gráfica, cumpliendo con la ley de hooke.
- 2.- LIMITE ELÁSTICO (o .l.f.): Es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin que ocurra la deformación permanente al retirar el esfuerzo, la determinación de este limite elástico no es practico y rara vez se realiza.

3.- RESISTENCIA A LA CEDENCIA ($\sigma_{y.p.}$): Es el esfuerzo al cual ocurre un aumento de deformación para cero incremento de esfuerzo.

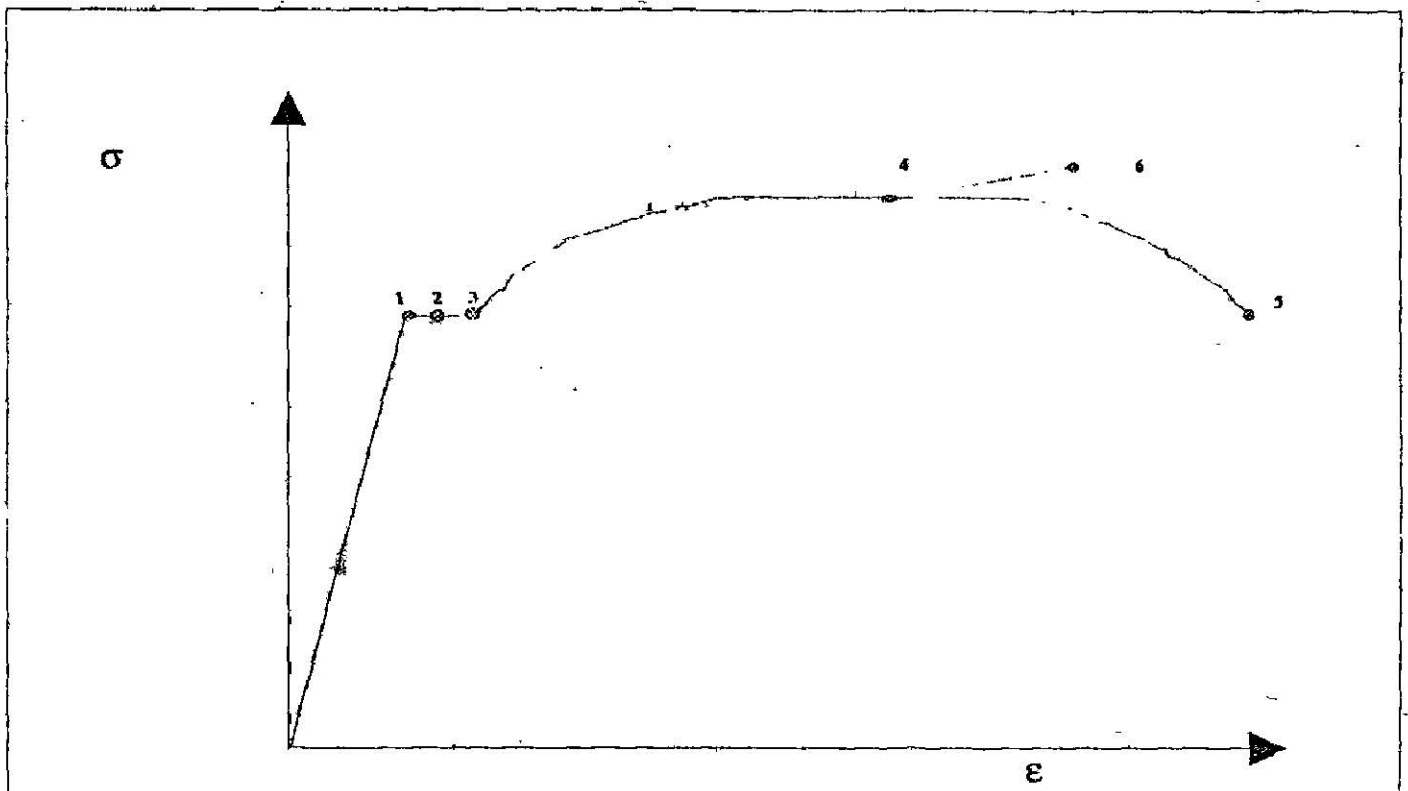
En este punto cede el material a los defectos de cristal (vacancias, intersticios y dislocaciones) por lo que provoca el desplazamiento molecular (deformación) sin oponerse a la fuerza aplicada por lo que los incrementos de carga son variables y pequeños los cuales pueden detectarse en las lecturas de carga en la maquina de pruebas para algunos materiales.

4.- RESISTENCIA MÁXIMA ($\sigma_{max.}$): Es el esfuerzo máximo que puede desarrollar el material debido a la carga aplicada, durante un ensaye hasta la ruptura. (se observa en la probeta el inicio de arca en mtl. ductiles.

5.- ESFUERZO DE RUPTURA APARANTE ($\sigma_{rup.}$): Es el esfuerzo nominal al ocurrir la falta y se obtiene dividiendo la carga decreciente registrada en la caratura o pantalla de la maquina y el area inicial de la probeta.

6.- ESFUERZO DE RUPTURA REAL O " VERDADERO " ($\sigma_{rup.}$): Es el esfuerzo nominal al ocurrir la falla y se obtiene dividiendo la carga entre el área real que disminuye conforme se aplica esta.

Este esfuerzo es improbable sobre la sección critica o de falla, ya que el laminado del metal causa el desarrollo de una compleja distribución de esfuerzos.



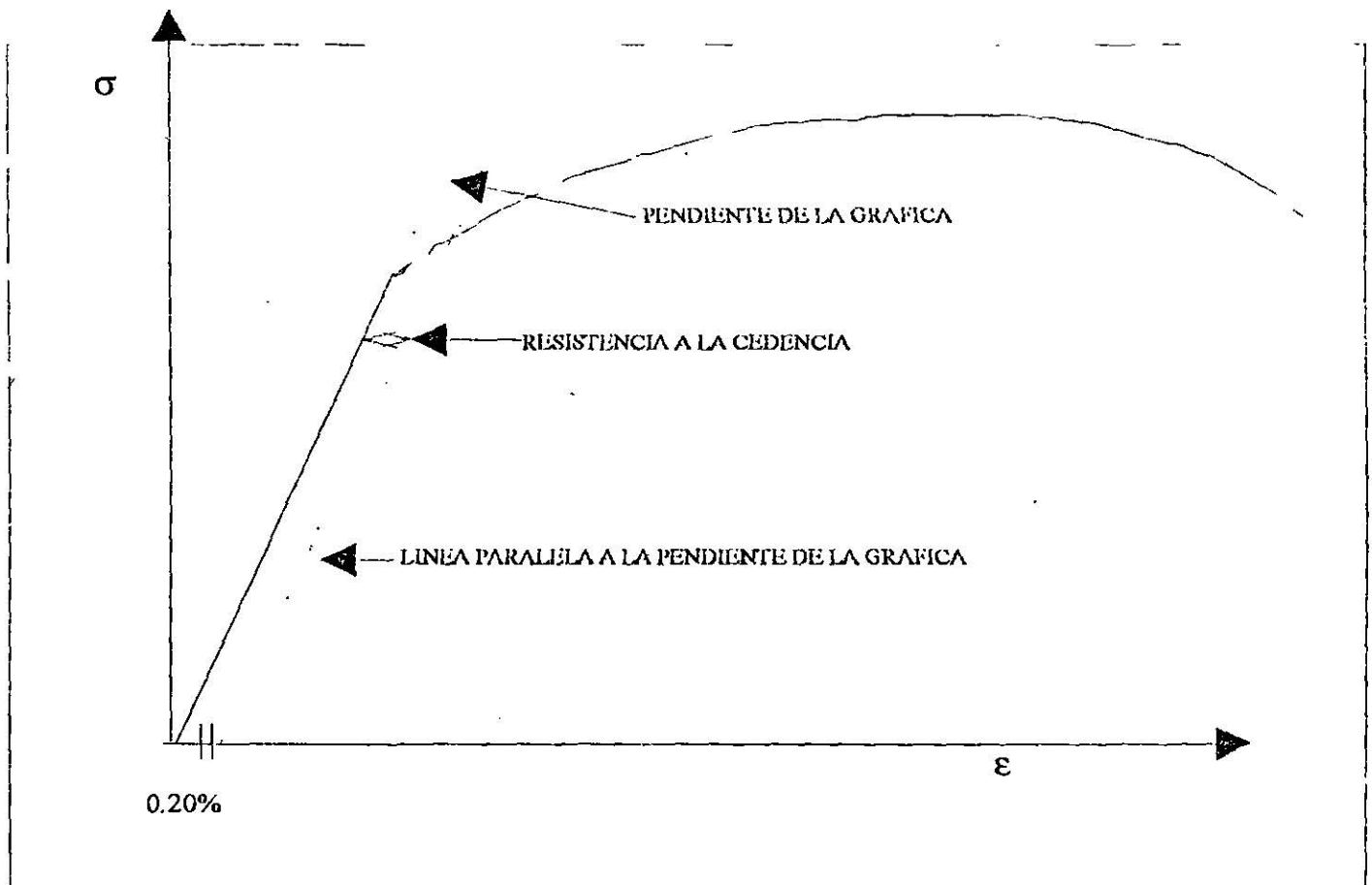
OBTENCIÓN DEL PUNTO DE CEDENCIA:

Se define como el esfuerzo al cual ocurre una gran deformación sin incremento de carga o esfuerzo.

En algunos materiales este punto de cedencia como en otros; que a través de la oscilación de la aguja en la carátula de lectura de carga o del canal en el display de carga, se puede detectar dicho punto en la maq. universal.

El método para determinar el punto de cedencia se le conoce como método "offset" o "desplazamiento".

El método consiste en trazar una línea o recta paralela a la pendiente de la gráfica a partir de un valor de deformación unitaria de 0.001, 0.002, 0.003 in/in. Que representa 0.1%, 0.2%, 0.3% de deformación unitaria. El valor más usual es el 0.2% ver figura 3.2

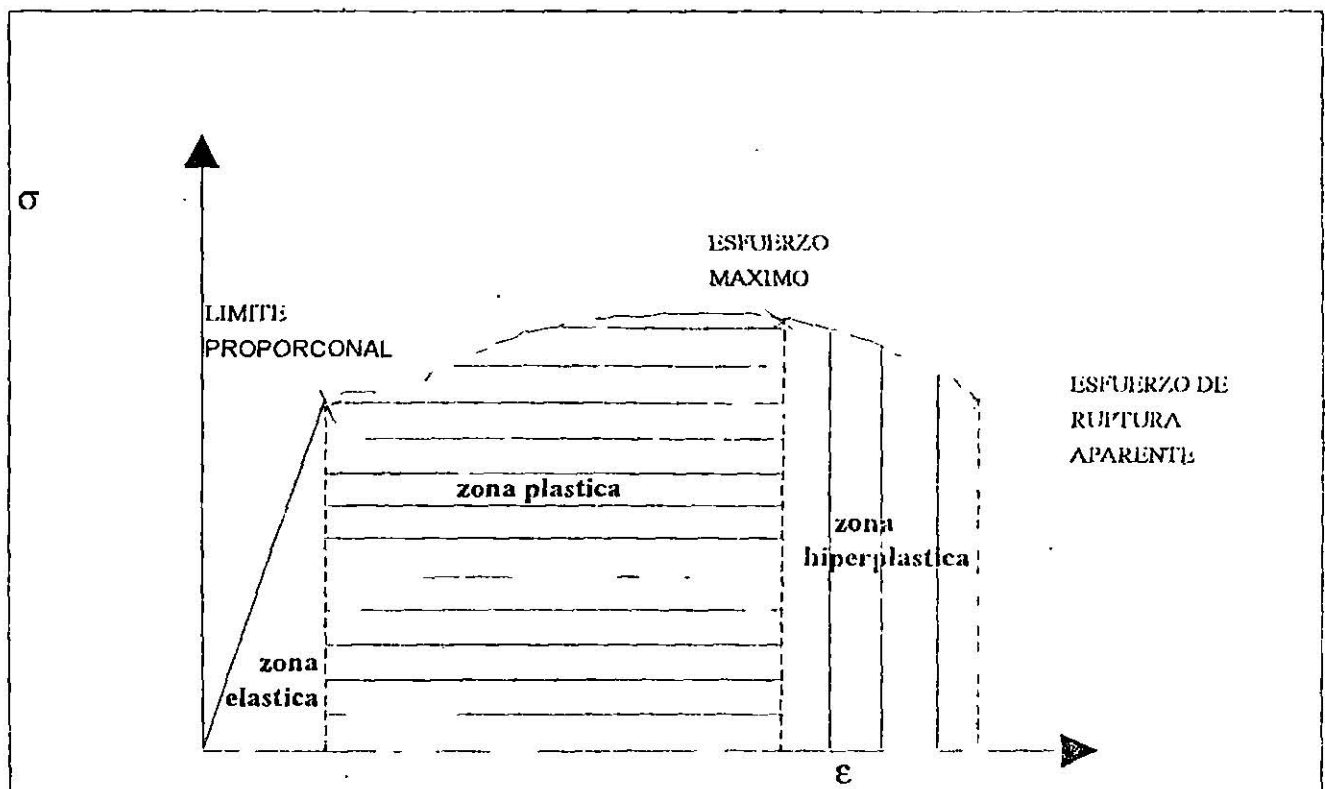


ZONAS EN LA GRÁFICA

1.- ZONA ELÁSTICA : Se considera desde el origen hasta el punto limite proporcional se emplea en el diseño de elementos de maquinas y estructuras.

2.- ZONA PLÁSTICA: Se considera desde el punto de cedencia hasta el punto de esfuerzo máximo. Se emplea para darle forma al material por ejemplo los procesos de mecanizado (torneado, troquelado, doblado, extruido, etc.) laminados (en caliente y en frio.) esta zona se divide en zona de cedencia y zona de endurecimiento por deformación.

3.- ZONA HIPERPLÁSTICA: Se considera en algunos materiales desde el punto de esfuerzo máximo hasta el punto de ruptura aparente. Se emplea en el diseño de elementos de maquinas, productos, y estructuras que deben absorber grandes cantidades de energía mecánica (e cinética o potencial).



DUCTILIDAD

Es la propiedad que tienen los materiales de deformarse en grande.

FRAGILIDAD: Es la propiedad que tienen los materiales de no presentar deformación macroscópica.

Estas propiedades son medidas:

- Para el ensayo de Tensión a través de

- **% DE ALGODÓN:** se obtiene midiendo la longitud inicial (L_o) y la final (L_f) de la probeta y luego sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ ELONG.} = (L_f - L_o) / L_o \times 100.$$

- **% DE REDUCCIÓN DE ÁREA.:** se obtiene midiendo el diámetro inicial y final de la probeta, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ DE REDUCCIÓN DE ÁREA} = (A_o - A_f) / A_o \times 100$$

Para el ensayo de compresión a través de:

- **% DE AUMENTO DE ÁREA:** Se obtiene midiendo los diámetros inicial y final calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ DE AUMENTO DE ÁREA} = (A_f - A_o) / A_o \times 100$$

- **% DE REDUCCIÓN DE LONGITUD.:** se obtiene la longitud inicial y final de la probeta sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ DE REDUCCIÓN DE LONGITUD} = (L_o - L_f) / L_o \times 100$$

Se recomienda que los materiales que tengan un % de elongación, % de reducción de área, % de aumento de área, % de reducción de longitud, mayor de 5%, para que se consideren dúctiles.

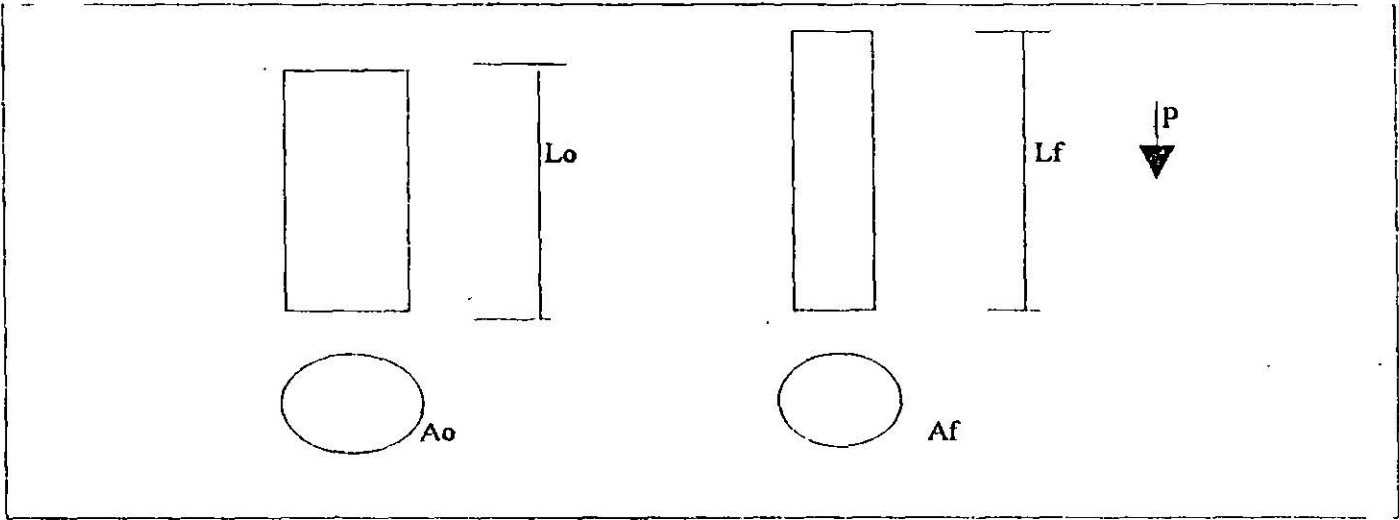
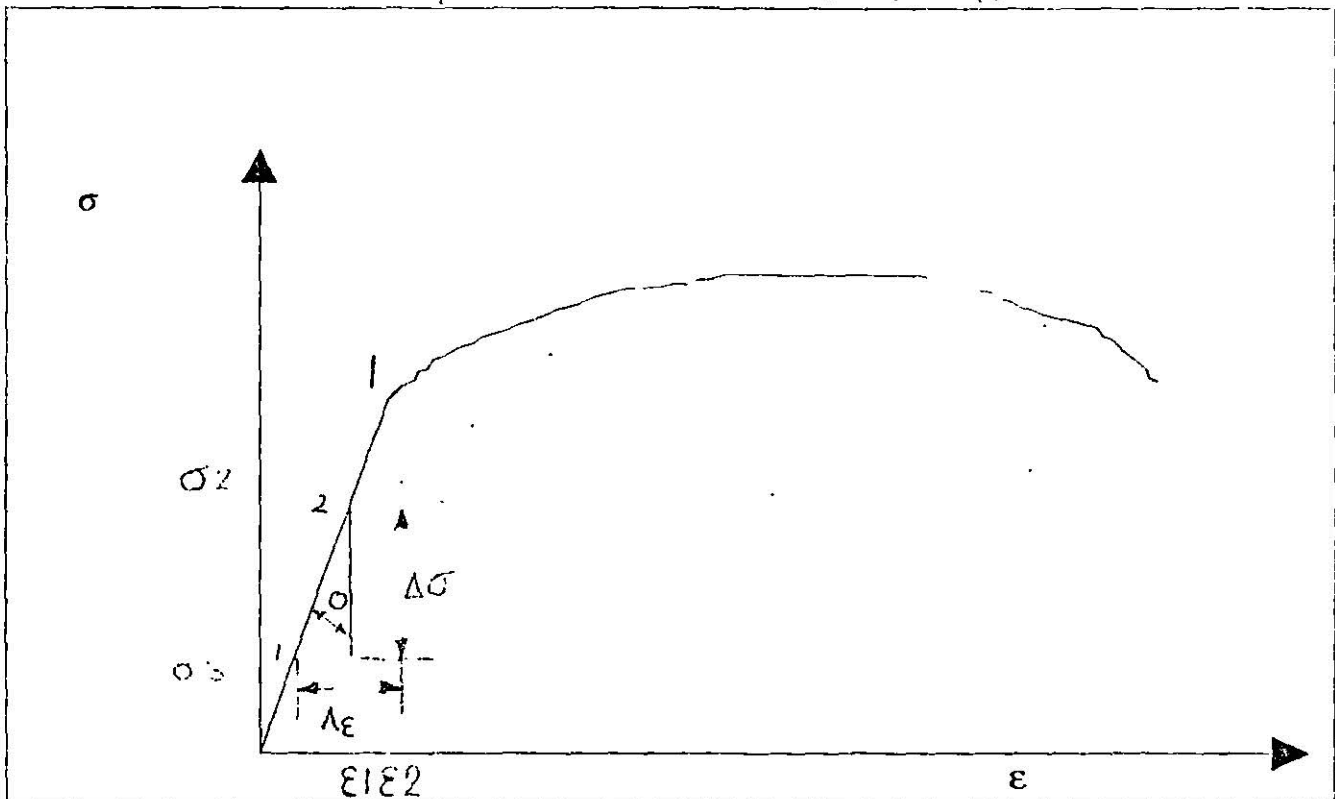


Figura 3.4.

RIGIDEZ: Es el esfuerzo requerido para producir una deformación dada.

Se mide a través de la obtención del módulo de elasticidad para carga axial (E), y representent la tangente de la pendiente en la gráfica esfuerzo vs. deformación, este modulo se puede obtener considerando dos puntos sobre la pendiente y realizando un triángulo como se muestra en la fig. 3.5.

$$E = \frac{1}{\Delta \epsilon} \cdot \frac{\Delta \sigma}{A_o} = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\epsilon_2 - \epsilon_1)}$$



#	MATERIAL	MODULO ELASTICO		
		X 10 6 (kg/cm2)	(MPa)	10 6 X / IN2)
	ACERO ORDINARIO	2.1	200	30
	ALUMINIO	0.705	70	10
	LATON	0.98	100	11
	HIERRO COLADO	1.05	120	11.6
	MADERA	0.09	183	1.2
	CONCRETO	0.25	500	3.5
	PLASTICO	0.56	116	0.8

Valores promedio de modulo de elasticidad de angulos mtl.

TABLA 1.1.

RESISTENCIA ELÁSTICA: Es la propiedad que tiene los materiales de absorber energía hasta su límite proporcional o elástico. (energía elástica)

Otras definiciones son: una medida de la resistencia a la energía elástica.

La resiliencia elástica unitaria (R.E.U. o modulo de resiliencia): es la energía almacenada por unidad de volumen en el límite elástico o proporcional. Y representa el área (A1) bajo la pendiente de la grafica o vs. e mostrada en la figura 3.6.

$$R.E.U. = A1 = OLP^2 / 2 ELP \text{ (Kg- cm/cm3.)}$$

$$VOLUMEN INICIAL (Vo)=AoXLo \text{ (cm3)}$$

$$RESILIENCIA ELASTICA TOTAL (R.E.T.)= R.E.U. X Vo.$$

$$R.E.U. = OLP^2 / 2 ELP \times Vo \text{ (Kg - cm)}$$

L.P. - LIMITE PROPORCIONAL

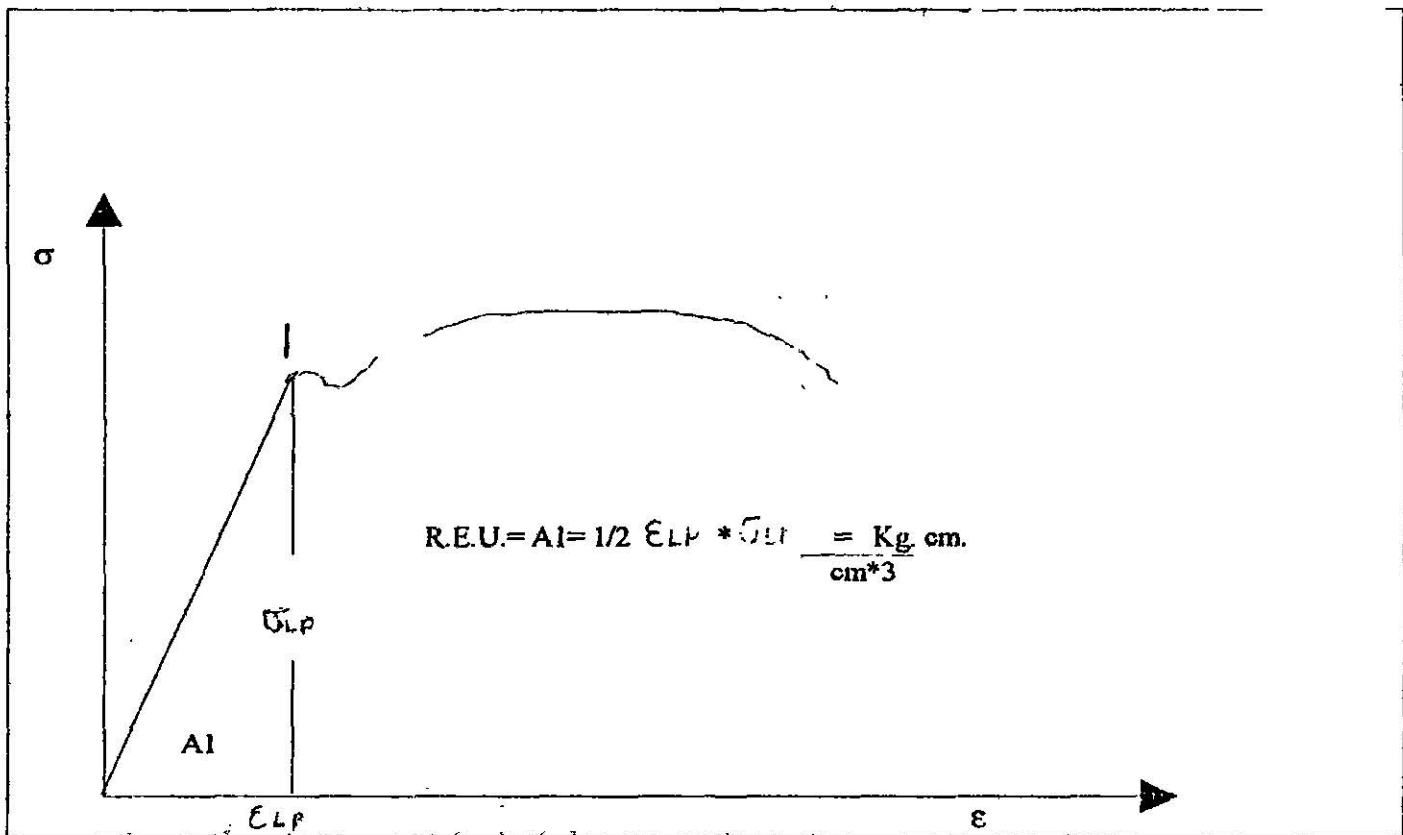


FIGURA 3.6.

TENACIDAD: Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta el punto de ruptura (energía plástica)

Representa el área total bajo la gráfica esfuerzo - deformación, esta se puede medir a través de seccionar el área en áreas regulares y sumarlas., O con el planimetro, que es un instrumento para determinar el área de una gráfica. Al seguir el contorno de la misma. El valor así obtenido será la tenacidad unitaria

TENACIDAD UNITARIA (T.U.) = AREA TOTAL

$$T.U. = (\sigma_{max} - \sigma_{yp}) \epsilon_{max} / 2 \text{ (Kg - cm/cm}^3 \text{)}$$

$$\text{VOLUMEN INICIAL (} V_o \text{)} = A_o \times L_o \text{ (cm}^3 \text{)}$$

$$\text{TENACIDAD TOTAL (T.T.)} = T.U. \times V_o. \text{ (Kg - cm)}$$

YP - YIELD POINT.- PUNTO DE CEDENCIA.

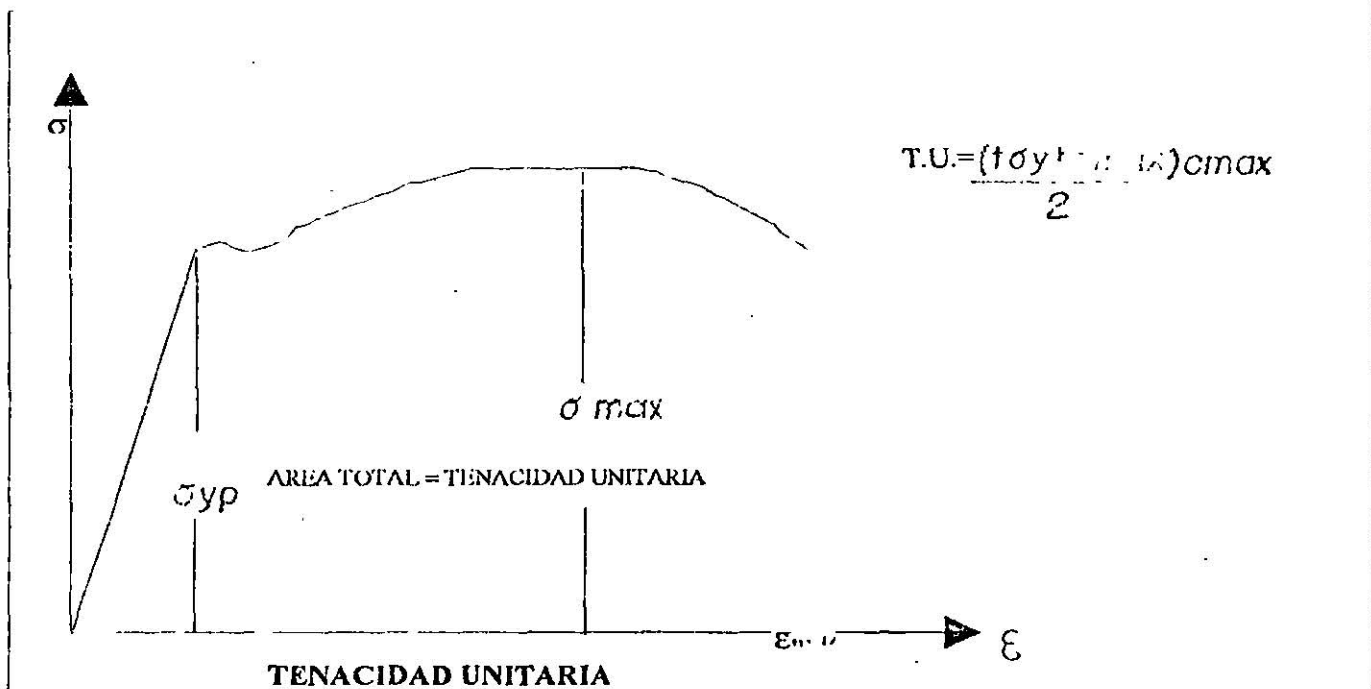


Figura 3.6. a

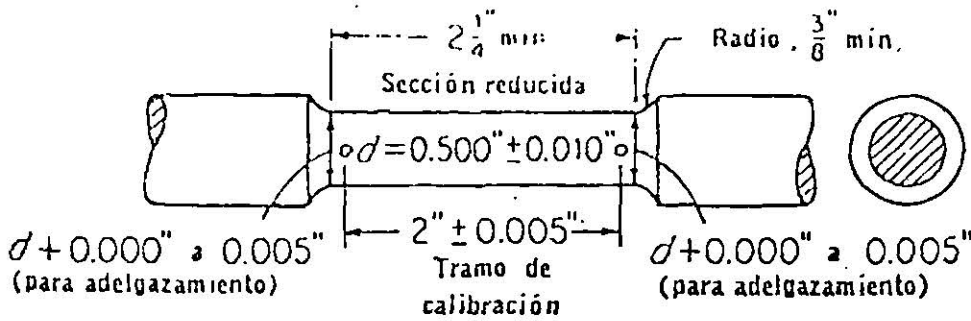
ESTÁNDAR DE PROBETAS PARA TENSIÓN.:

Las probetas para ensayos de tensión se realizan de diferentes formas la sección transversal del espécimen puede ser redonda, rectangular o irregular según sea el caso.

Las formas dimensionales de las probetas depende de las asignaciones que estipule las normas referidas por las agencias de ensaye e inspección en los materiales y productos

La porción central del tramo recto es de sección menor que los extremos para provocar que la falla ocurra en una sección donde los esfuerzos no resulten afectados por los aditamentos de sujeción ver figura 3.7.

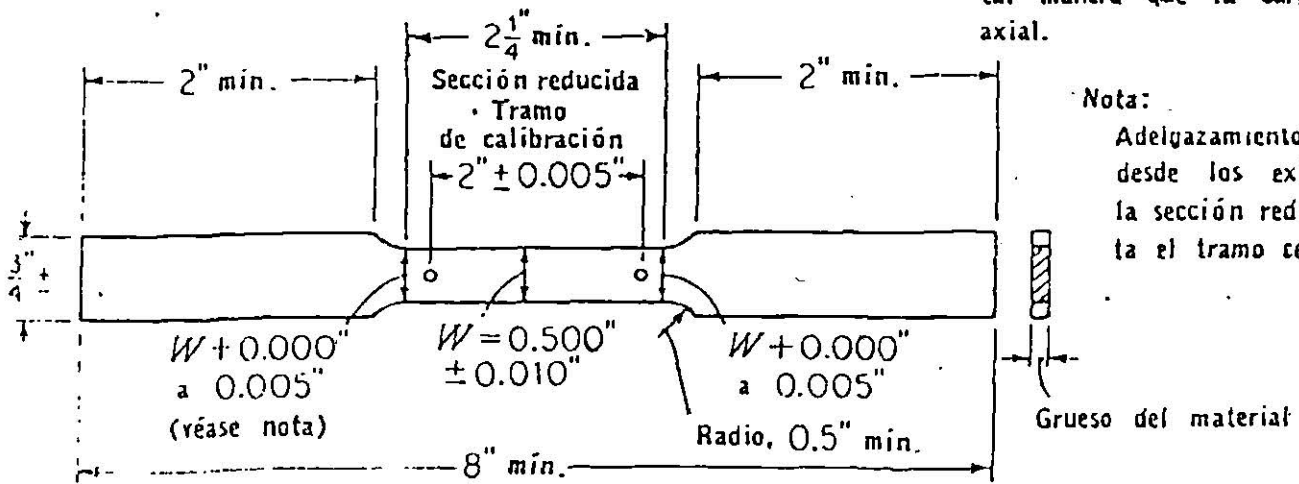
El tramo de calibración es el marcado según estándar, sobre el cual se miden las lecturas de longitud final y diámetro final. los extremos de las probetas redondas y rectangulares pueden ser simples, cabeceados o roscados. los extremos simples deben ser largos para adaptarse algún tipo de mordaza cuneiforme o plana. ver figura 3.8.



(a) Probeta redonda estándar con tramo de calibración de 2 plg

Nota:

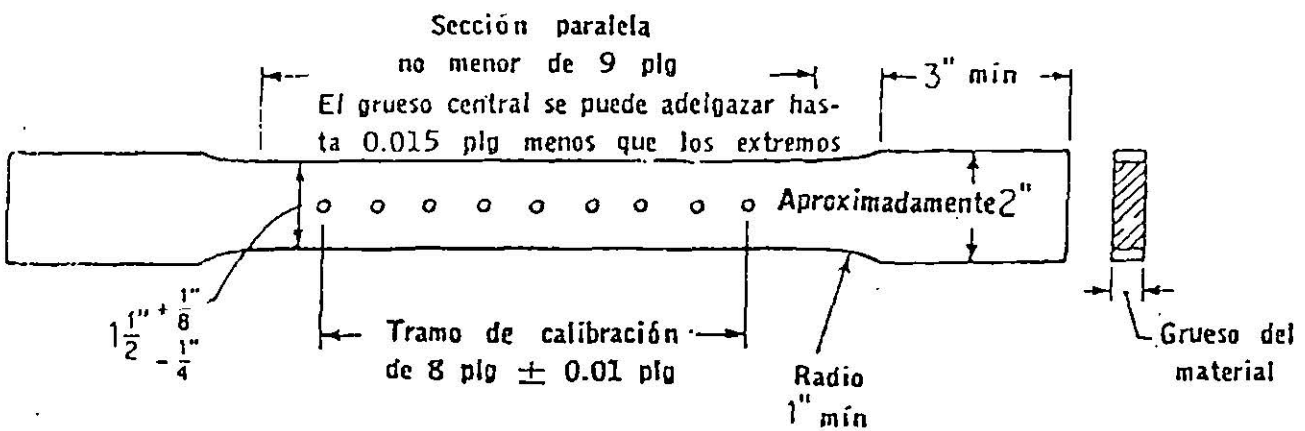
El tramo de calibración, la sección paralela o adelgazada y los biselos serán como se indica, pero los extremos pueden ser de cualquier forma para ajustar en los sujetadores de la máquina de ensaye, de tal manera que la carga sea axial.



(b) Probeta rectangular estándar con tramo de calibración de 2 plg para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc., con grueso de 0.005 a 5/8 plg.

Nota:

Adelgazamiento gradual desde los extremos de la sección reducida hasta el tramo central.



(c) Probeta rectangular estándar con tramo de calibración de 8 plg, para ensaye de metales en forma de placa, lámina, etc., con gruesos de 3/16 plg o más.

Una probeta debe ser simétrica con respecto a un eje longitudinal a lo largo de su longitud para evitar la flexión durante la aplicación de la carga ver figura 3.8, la longitud de la sección reducida depende de la clase de material y de las mediciones que se tomen.

En las siguientes figuras 3.9. y 3.10 se muestran los diferentes estándares para los ensayos estáticos de tensión en materiales y como productos.

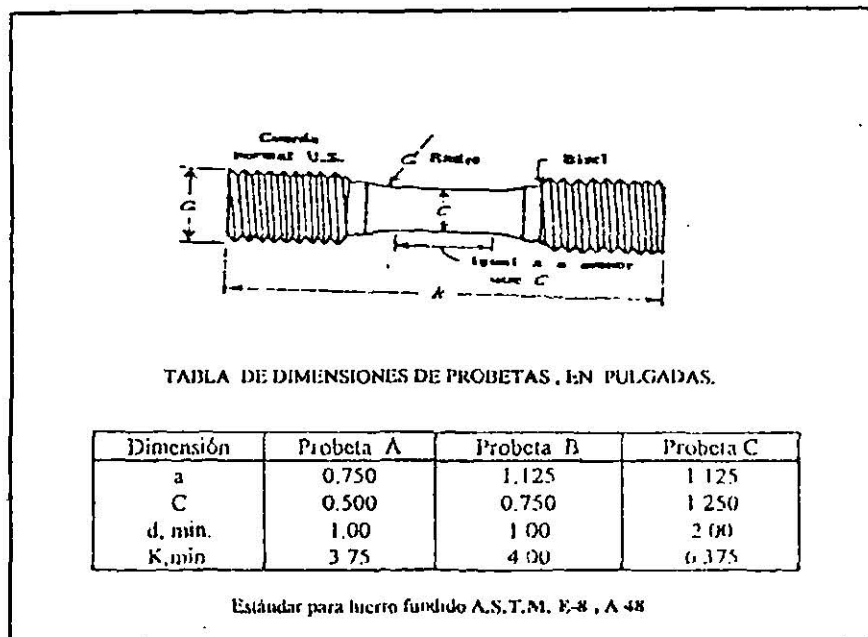


Figura 3.12a

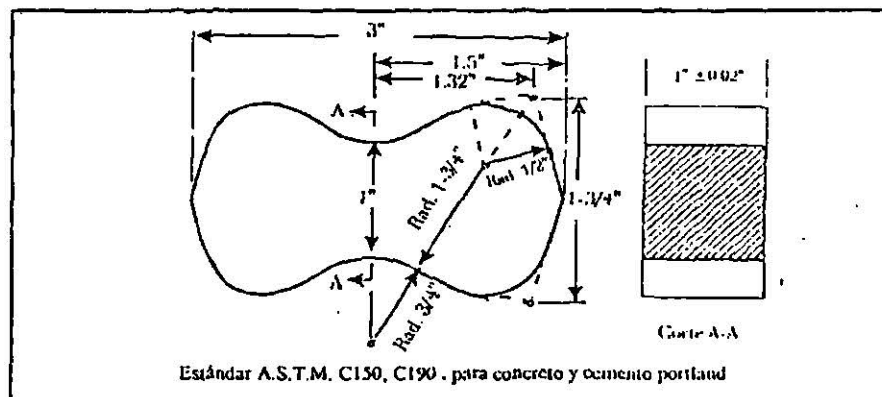


Figura 3.12b

Otros estándares para Polímeros o Plásticos se encuentran en la asignación de la ASTM D 412, hasta D530, hasta 6 638, para concreto ASTM C 190. para materiales eléctricos ASTM D 651. etc.

VELOCIDAD DE LOS ENSAYOS A TENSION

La velocidad de los ensayos a tensión serán aquellas que permitan las lecturas de carga y deformación o las que recomienden los estándares de la ASTM, ASME o alguna otra asociación. Para el tipo de material a ensayar, un ejemplo de velocidades del cabezal móvil serian desde 0.01 a 0.05 plg/min. y una máxima velocidad de carga seria: 100kips/pulg 2 - min. se sugiere detectar la cedencia en metales según ASTM 8.

TEXTURA DE GRANO Y TIPOS DE FRACTURA:

Las fracturas se pueden clasificar en cuanto a forma, textura y color. los tipos de fracturas mas comunes son cono - cráter, parcialmente cono y cráter, planas e irregulares y las que puedan definir al momento de la fractura del espécimen los tipos de texturas son sedosa, grano fino, grano grueso granular fibrosa estillable cristalina vidriosa y mate, y las que puedan determinarse al inspeccionar la sección transversal de la pieza ver fig. 3.11.

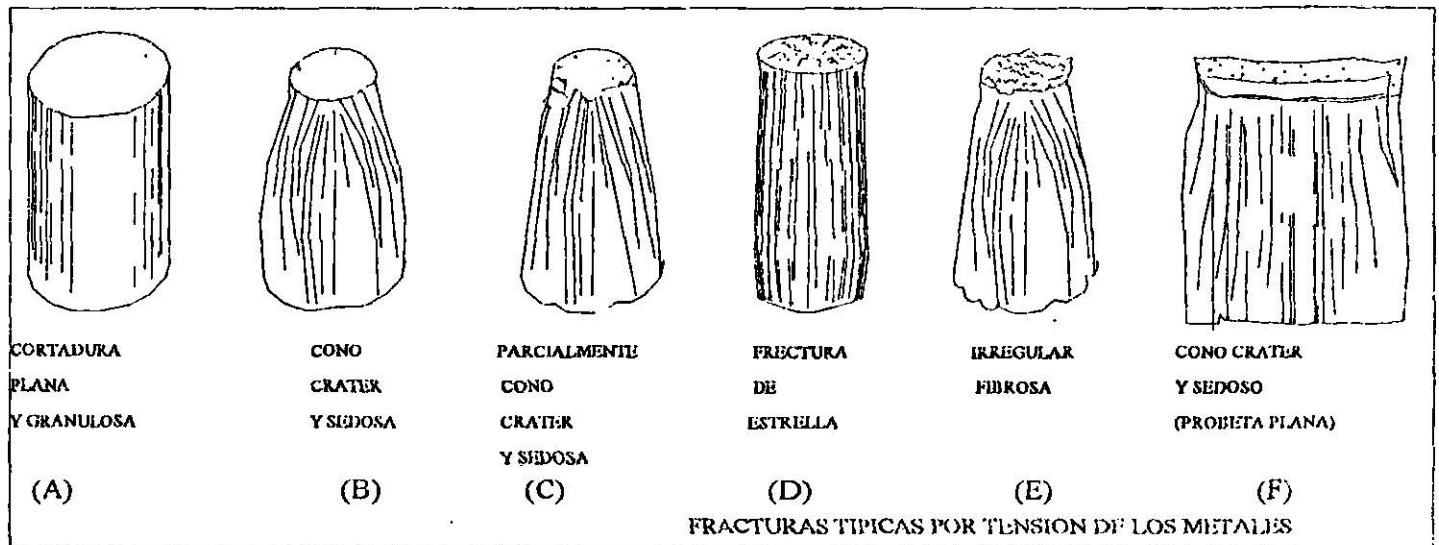


figura 3.11

**4.- MAQUINAS PARA PRUEBAS MECÁNICAS.
ACCESORIOS E INSTRUMENTOS
DE MEDICIÓN.**

MAQUINAS DE PRUEBAS MECÁNICAS

Las maquinas empleadas para las diferentes pruebas o ensayos en los materiales en los diversos productos y pruebas experimentales son:

**MAQUINA UNIVERSAL DE PRUEBAS
MAQUINA DE DUREZA ROCKWELL
MAQUINA DE DUREZA BRINELL
MAQUINA DE DUCTIBILIDAD EN LAMINA METÁLICA
MAQUINA DE TORSIÓN
MAQUINA DE FATIGA.**

Cada una de estas maquinas tiene sus correspondientes accesorios o aditamentos para la realización de las ensayos en los materiales, los cuales son recomendados por las agencias que normalizan los ensayos e inspección de los mtl.

Cuando se requiere probar algún producto, por lo común se tiene que hacer o diseñar el aditamento correspondiente. O en su caso lo que sugiera la norma del ensaye.

Enseguida se muestra los catálogos de las maqs., accesorios y aditamentos.

**SE ANEXAN CATÁLOGOS RECIENTES. DE LAS DIFERENTES.
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE PRUEBAS MEC.**

NOTA:

Estas maquinas deben estar en buen estado, calibradas y certificadas para su uso. esto dependerá de las recomendaciones que haga el fabricante de las misma.

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

Los instrumentos de medición que se requieren para obtener los datos iniciales y los finales sobre el espécimen o muestra son:

CALIBRADOR PARA LECTURAS DE DIMENSIONES LINEALES. DE TIPO:

**VERNIER
DE CARÁTULA
DIGITALES.**

CINTA MÉTRICA O FLEXONOMETRO.

CALIBRADOR DE TIPO MICRÓMETROS para la lectura de espesores interiores, exteriores.

EXTENSOMETRO para la medición de desplazamientos lineales de:

**CARÁTULA
DIGITALES**

INDICADOR DE DEFORMACIÓN (PUENTE DE WHEATSTONE)

Considerando los Straingages o medidores de deformación eléctricos que se pegan o instrumentan en la pieza a probar para determinar la deformación punto por punto y en cualquier dirección que se desee o requiera.

MEDIDOR DE DEFORMACIÓN ELÉCTRICO. para colocarlo directamente sobre el material y detectar a través del graficador o en pantalla del monitor de la microcomputadora. si se tiene una maq. programable (automatizada por medio del software) el punto de cedencia del material a probar.

PLANIMETRO: para la obtención de las áreas de la gráfica de esfuerzo contra deformación para determinar la resiliencia, tenacidad unitarios y pueden ser del tipo:

**MECÁNICO
DE CARÁTULA
DIGITAL**

NOTA: Todos estos instrumentos de medición deben de estar en buen estado, calibrados y certificados para su uso al igual que se tienen caducidad verificar su reposición ya que influyen en los resultados de las características dimensionales de la pieza o espécimen, al igual que en las propiedades y características mecánicas del material o producto.

BIBLIOGRAFIA

1.- ENSAYO E INSPECCION DE LOS MATERIALES

AUTOR: DAVIS, TROXELL Y WISKOCIL

EDITORIAL: H.A.R.L.A.

2.- TOMOS DE LA A.S.T.M. PARA METALES Y POLIMEROS

3.- LA CIENCIA E INGENIERIA DE LOS MATERIALES

AUTOR: DONALD R. ASKELAND

4.- POLIMERIS Y CERAMICOS

MEMORIAS DE SEMINARIO DE POLIMEROS Y CERAMICOS

**5.- CATALOGOS MANUALES OP. DE MAQUINAS, ACCESORIOS
Y ADITAMENTOS PARA C/U DE LOS ENSAYOS.**

FABRICANTE: TINIUS OLSEN Pa. U.S.A.

**6.- EXPEDIENTE DE PRUEBAS MECANICAS A LA INDUSTRIA
PARA DIVERSOS MATERIALES Y PRODUCTOS.**

**REALIZADA POR: ING. DANIEL RAMIREZ V. A TRAVES DE LOS
LAB. DE PRUEBAS MECANICAS DE LA F.I.M.E.-U.A.N.L.**

7.- MATERIALES PARA INGENIERIA.

AUTOR. VAN BLACK

