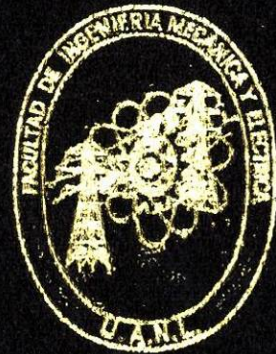


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO
ADMINISTRADOR

P R E S E N T A

DAVID ALBERTO MARTINEZ ROBLES

C U R S O

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES
EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DE 1996

T
TA410
M3
C.1





1080064317

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



MEMORIA PARA EXAMEN PROFESIONAL
DE LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO
ADMINISTRADOR

PRESENTA

DAVID ALBERTO MARTINEZ ROBLES

CURSO

PRUEBAS MECANICAS EN LOS MATERIALES
EXPOSITOR: M.C. DANIEL RAMIREZ VILLARREAL

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO DE 1996

7
7A410
M3



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

Tesis



UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

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

ÍNDICE	PÁGINA
1.- Clasificación de los materiales.	2
2.- Estructura de los materiales:	6
⇒ Metales	
⇒ Polímeros	
3.- Propiedades y características mecánicas básicas.	13
4.- Máquinas, accesorios, aditamentos e instrumentos de medición.	25
Bibliografía	

1.- Clasificación de los Materiales

1.- Ferrosos:

Aceros : Ordinarios
Aleados

Fundiciones: Grises: Nodular

Ferrítico

Perlítico

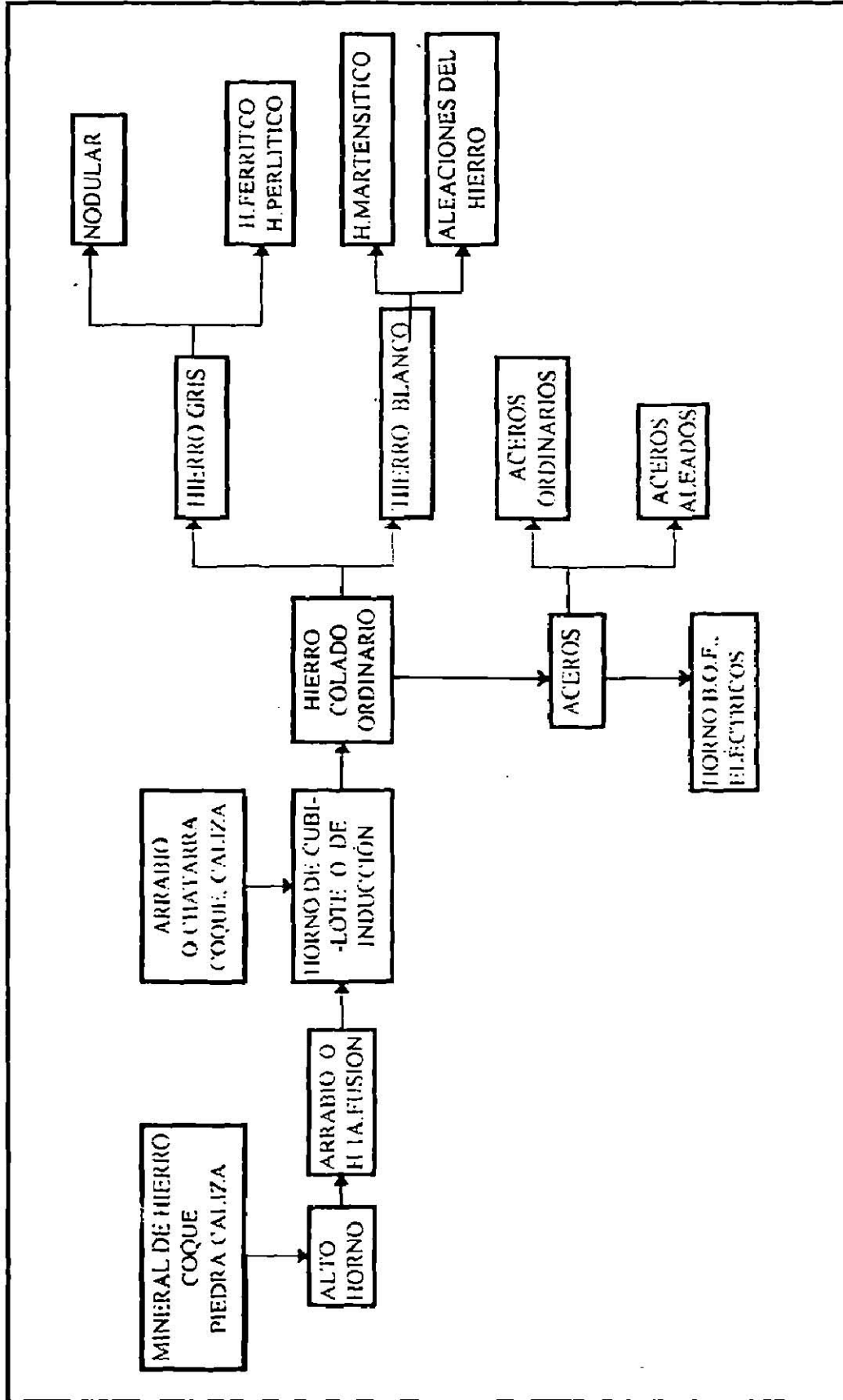
Blancas: H. Martensíticos
Especiales Aleaciones

2.- No-Ferrosos: Cobre y sus Aleaciones
Aluminio y sus Aleaciones
Níquel, Cromo, Estaño, etc.

3.- Orgánicos: Madera
Polímeros
Elastómeros

4.- Inorgánicos: Fibras Compuestas
Cerámicos
Vidrios
Minerales

DIAGRAMA DE OBTENCIÓN DEL HIERRO Y EL ACERO

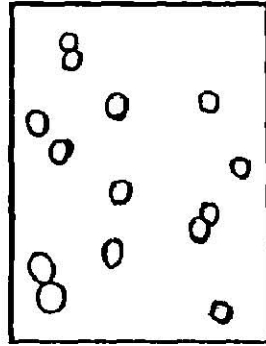


MECANISMOS DE CRISTALIZACIÓN EN LOS METALES

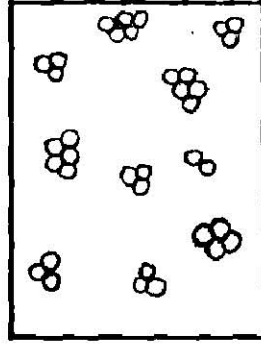
ES EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DE UN ESTADO LIQUIDO A UNO SÓLIDO DESARROLLÁNDOSE LOS CRISTALES EN FORMA ORDENADA.

TEMP. ALTA

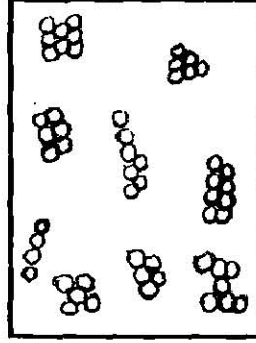
TEMP. NORMAL



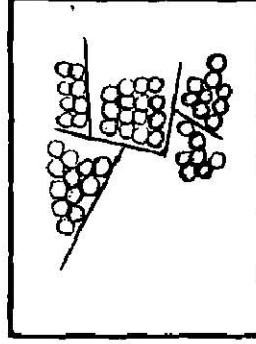
FORMACIÓN DE NÚCLEOS DE ÁTOMOS



FORMACIÓN DE DENDRITAS



CRECIMIENTO DE CRISTALES



FORMACIÓN DE LÍMITES DE GRANO

2.- Estructura de los Materiales

METALES

PARA METALES: su estructura está compuesta por agrupamiento de átomos.

Estados de la Materia en la Obtención de un Metal

- * Gaseosos
- * Líquidos
- * Sólidos

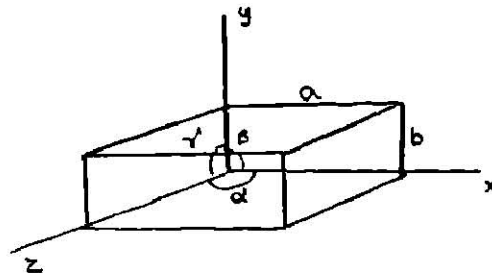
Tipos de Enlaces

- * Iónico
- * Metálico
- * Covalente
- * Vander-Walls
- * Puente de Hidrógeno

Red o estructura cristalina: agrupación de átomos en forma ordenada denominadas celdillas espaciales.

Características de la red:

- * Sus longitudes
- * Sus ángulos



LOS SIETE SISTEMAS CRISTALINOS**1.- Monoclínico**

- a) Simple
- b) De extremos centrados

2.- Triclínico

- a) Simple

3.- Hexagonal

- a) Con extremos centrados

4.- Romboédrico

- a) Simple

5.- Ortorrómbico

- a) Simple
- b) Cuerpo centrado
- c) Extremos centrados
- d) Caras centradas

6.- Tetragonal

- a) Simple
- b) Cuerpo centrado

7.- Cúbico

- a) Simple
- b) Cuerpos centrados
- c) Caras centradas

Los sistemas de cristalización más comunes son:

- ⇒ Cúbico*
- ⇒ Hexagonal*
- ⇒ Tetragonal
- ⇒ Ortorrómbico
- ⇒ Romboédrico

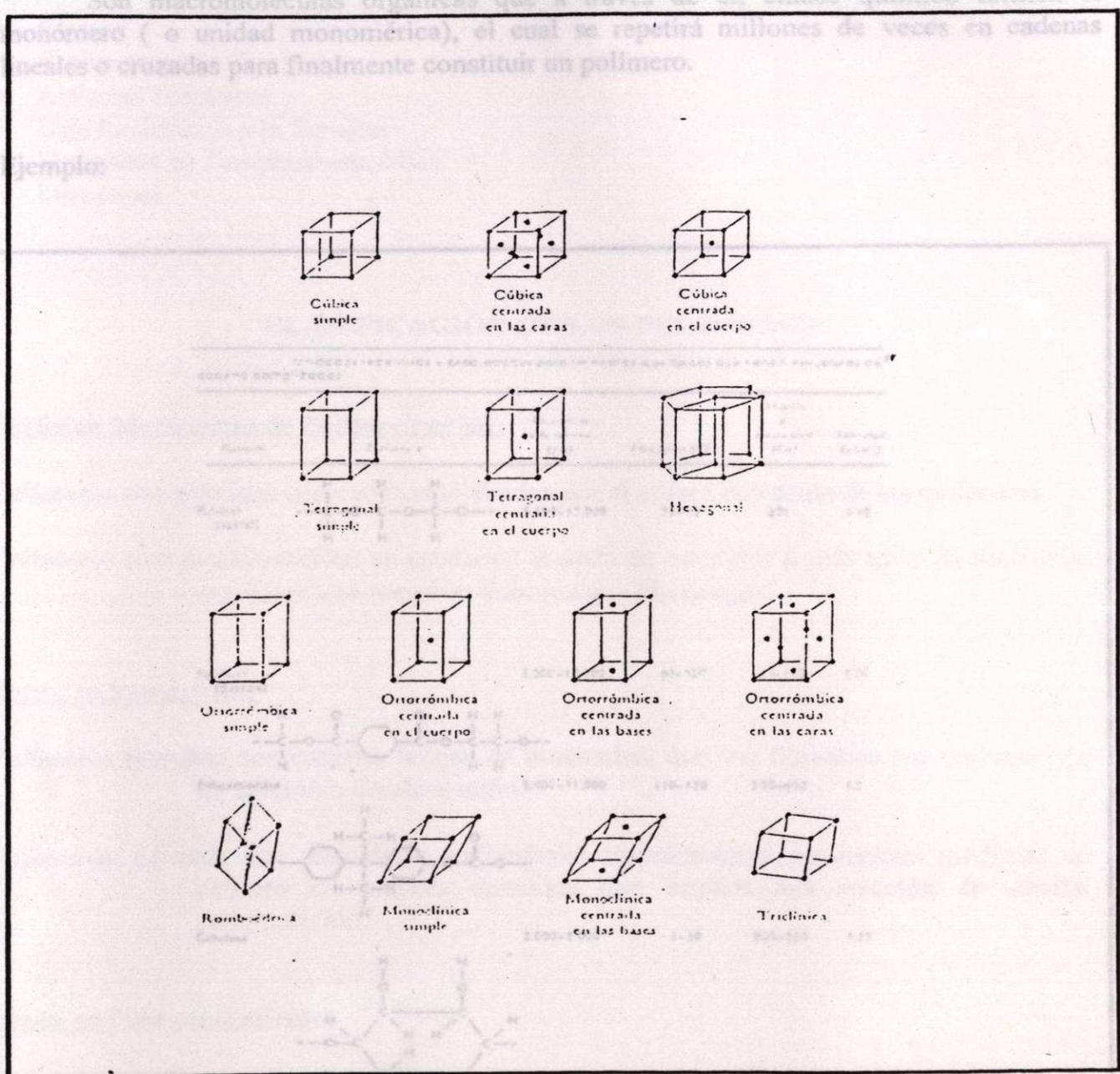
Defectos o imperfecciones del cristal:

- ⇒ Vacancias
- ⇒ Intersticios
- ⇒ Dislocaciones (Borde y Helicoidales)

Polimorfismo o Alotropía: es cuando el material se presenta en varias formas

* En metales

REDES ESPACIALES O TIPOS DE ESTRUCTURAS CRISTALINAS



Los siete sistemas de estructura cristalina y las 14 redes de Bravais.

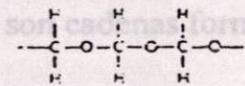
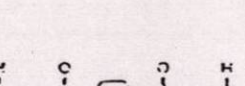
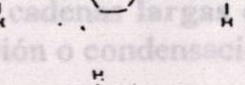
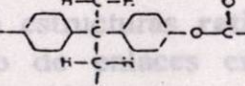
ESTRUCTURA DE LOS POLÍMEROS

Son macromoléculas orgánicas que a través de un enlace químico forman el monómero (o unidad monomérica), el cual se repetirá millones de veces en cadenas lineales o cruzadas para finalmente constituir un polímero.

Ejemplo:

CLASIFICACIÓN DE LOS POLÍMEROS:

UNIDADES REPETIDAS Y PROPIEDADES PARA LA MEDIDA DE LOS EFECTOS QUE TENDRAN EN CUENTA DE LOS EFECTOS COMPLEJOS:

Polímero	Estructura	Resistencia a la tracción (psi)	Temperatura (°F)	Índice de refracción (n _D)	Densidad (g/cm ³)
Polímero (acetato)		5,500-10,000	25-75	1.42	1.42
Polímero (acetato)		5,000-10,000	50-100	1.42	1.42
Polimerización		5,000-11,000	110-150	1.42	1.42
Polímero		5,000-8,000	5-50	1.42	1.42

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 más 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 tridimensionales producidas mediante un proceso de adición cruzada que implica una reacción de adición 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, luego recalentados y conformados.

POLÍMEROS

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 más 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 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 condensación no se pueden reprocesar debido a que parte de las moléculas salen del material.

Según su Grado de Polimerización:

- * Homopolímeros (un sólo material)
- * Copolímeros (dos o más tipos)
- * Oligopolímeros (pocos monómeros)
- * Polímeros

Según su Naturaleza:

- * Naturales (lino, seda, asbesto, celulosa)
- * Artificiales o sintéticos (rayón, nitrato de celulosa)
- * Según su origen
- * Vegetales (algodón, celulosa, etc.)
- * Animales (pelos)
- * Minerales (asbestos, fibra de vidrio)

POLÍMEROS INORGÁNICOS:

Son macromoléculas que se constituyen de cadenas que no contienen átomos de carbono.

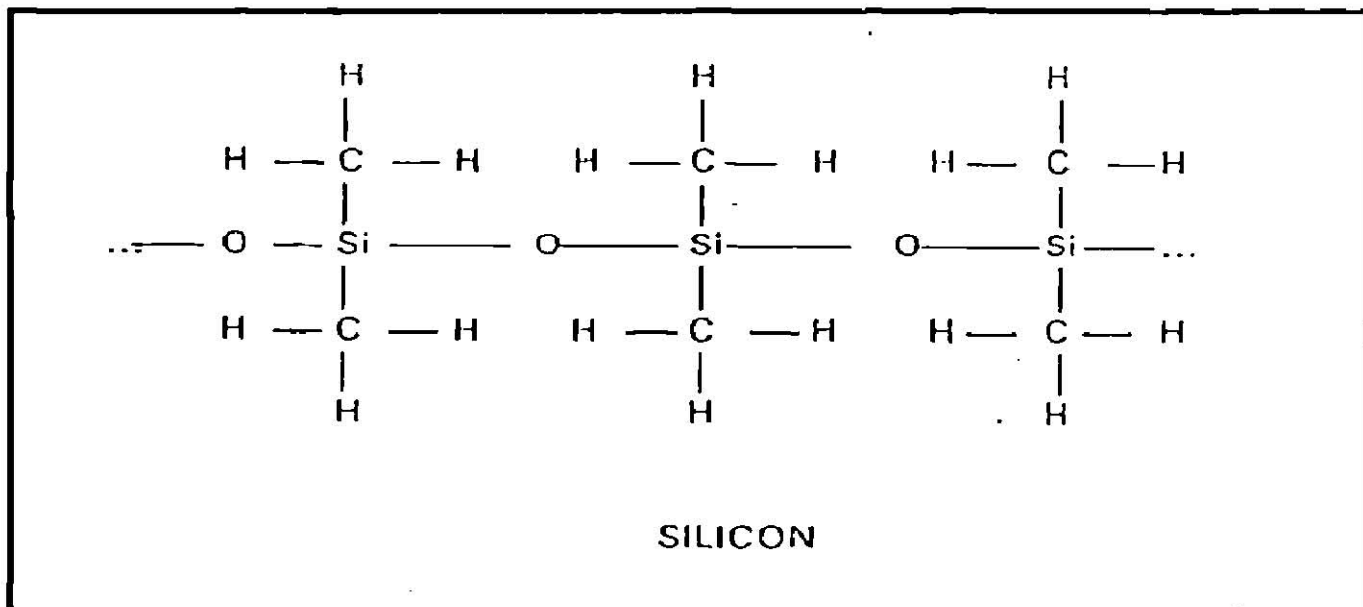
Clasificación:

Naturales: Asbestos
Fibras de carbono o de grafito obtenidas por extrusión.

Artificiales: Fibra de vidrio
Silicones

ELASTOMEROS

Elastómero (caucho o hules): es una cadena polimérica que se encuentra enrollada debido al arreglo cis de los enlaces, por lo que al aplicarse una fuerza se alarga al desenrollarse las cadenas lineales, deslizándose unas sobre otras y provocando una combinación de deformación plástica y elástica. Tienen un comportamiento 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 PRÁCTICA: es el de conocer la manera de obtener las características y propiedades mecánicas básicas.

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

- * Resistencia Mecánica
- * Ductilidad
- * Rígidez
- * Resilencia
- * Tenacidad
- * Estandares de Probetas
- * Velocidad del Ensayo
- * Textura de Grano y Tipos de Fallas

Resilencia Mecánica: es la oposición que ofrece el material a traves de su fuerza interna (molecular) a la fuerza o carga aplicada.

Esta se mide a traves de:

1.- Límite Proporcional ($\sigma_{L.P.}$): es el mayor esfuerzo que un material es capaz de desarrollar sin perder la proporcionalidad entre esfuerzo y deformación, es decir, que representará el último punto en la pendiente de la gráfica, cumpliendo con la ley de hooke.

2.- Límite Elástico ($\sigma_{L.E.}$): 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 límite elástico no es práctico 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.

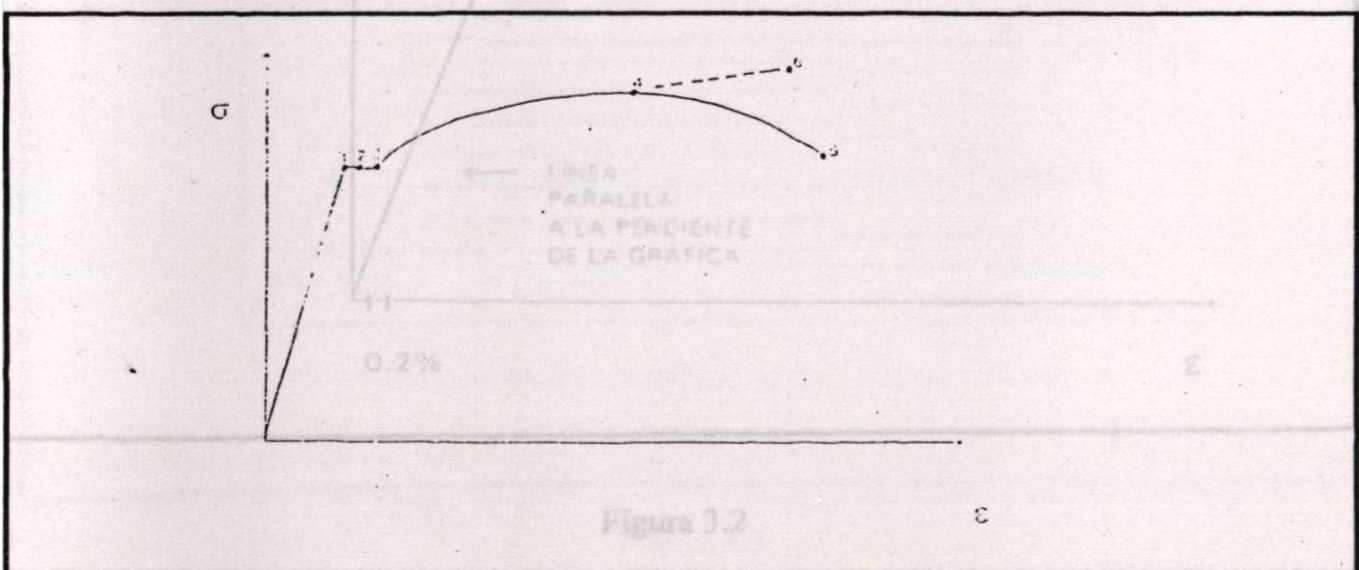
En este punto cede el material a los defectos de cristal (vacancias, intersticios y dislocaciones) por lo que provoca el desplazamiento molecular (deformación) sin oponerse a la fuerza aplicada por lo que los incrementos de carga en la máquina de pruebas para algunos materiales.

4.- Resistencia Máxima ($\sigma_{max.}$): es el esfuerzo máximo que puede desarrollar el material debido a la carga aplicada, durante un ensaye hasta la roptura. (Se observa en la probeta el inicio de la reducción de área en materiales dúctiles).

5.- Esfuerzo de Roptura ($\sigma_{RUP.}$): es el esfuerzo nominal al ocurrir falla y se obtiene dividiendo la carga decreciente registrada en la carátula o pantalla de la máquina y el área inicial de la probeta.

6.- Esfuerzo de Roptura 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 ésta.

Este esfuerzo es improbable sobre la sección crítica 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 no se presenta como en otros, que a través de la oscilación de la aguja en la carátula de la lectura de carga o del canal en el display de carga, se puede detectar dicho punto en máquina 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 representará 0.1%, 0.2%, 0.3% de deformación unitaria. El valor más usual es el 0.2% ver figura 3.2.

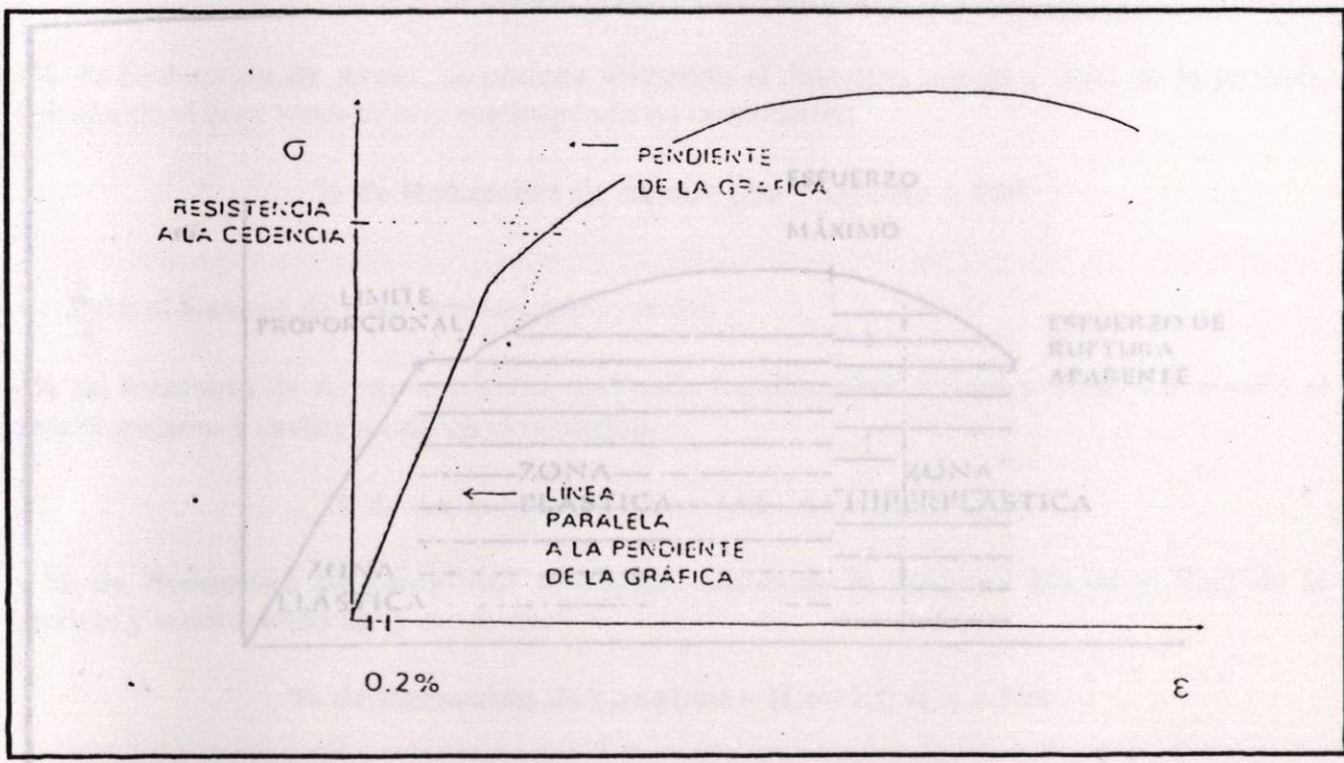


Figura 3.2

ZONAS EN LA GRÁFICA:

1.- **Zona Elástica:** se considera desde el origen hasta el punto límite proporcional. Se emplea en el diseño de elementos de máquinas 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 frío). 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 de esfuerzo máximo hasta el punto de ruptura aparente.

Se emplea en el diseño de elementos de máquinas, productos y estructuras que deben absorber grandes cantidades de energía mecánica (energía cinética o potencial).

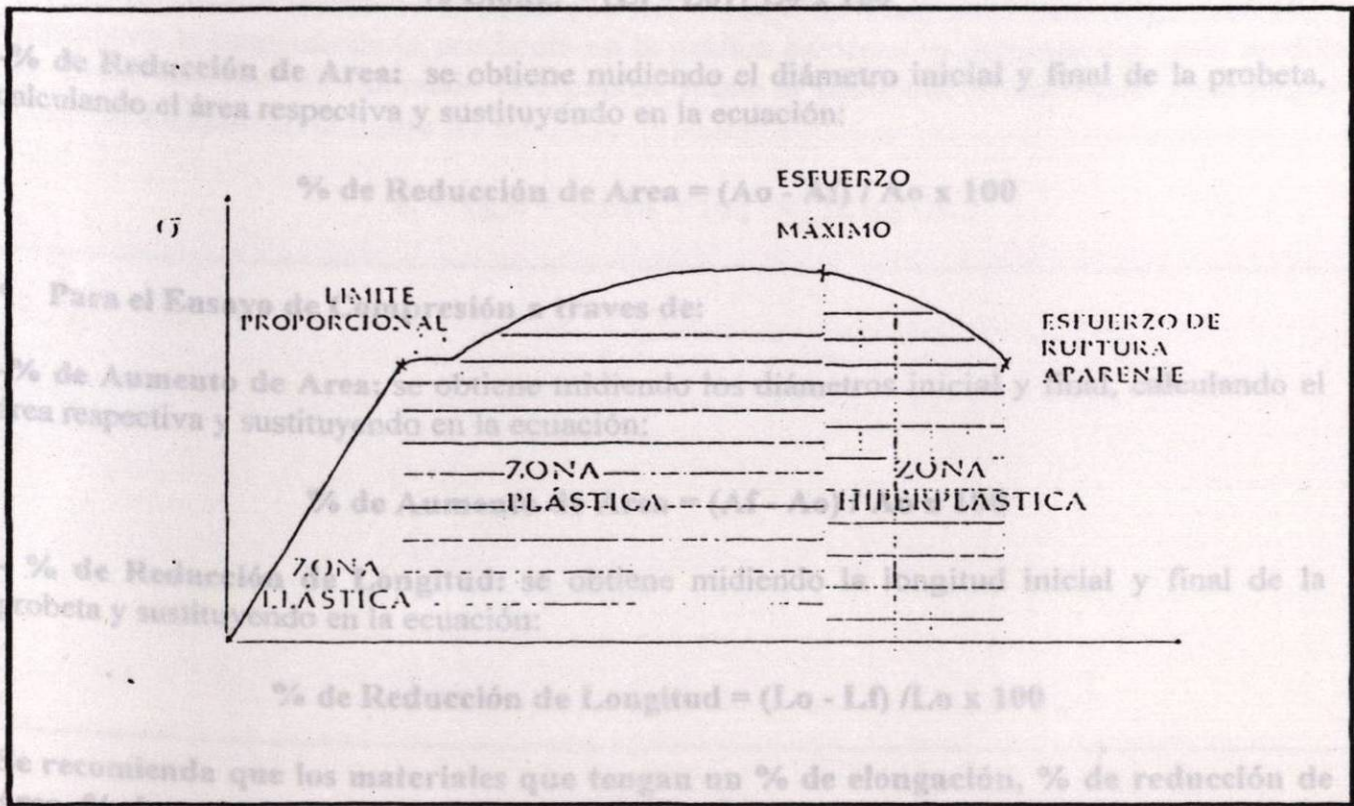


Figura 3.3

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 Elongación:** 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 Area:** se obtiene midiendo el diámetro inicial y final de la probeta, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ de Reducción de Area} = (A_o - A_f) / A_o \times 100$$

*** Para el Ensayo de Compresión a través de:**

-**% de Aumento de Area:** se obtiene midiendo los diámetros inicial y final, calculando el área respectiva y sustituyendo en la ecuación:

$$\% \text{ de Aumento de Area} = (A_f - A_o) / A_o \times 100$$

- **% de Reducción de Longitud:** se obtiene midiendo la longitud inicial y final de la probeta y 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.

Material	Modulo Elastico (E)
#	(10 ⁶ kg/cm ²)
Acero Ordinario	21
Aluminio	0.05
Latón	0.98
Hierro Colado	1.05
Madera	0.09

Modulo Elastico (E)	(10 ⁶ X/IN)
MPa	
200	30
70	10
100	11
120	11.6
182	1.2

Figura 3.4

RIGIDEZ:

Es el esfuerzo requerido para producir una deformación dada.

Se mide a traves de la obtención del modulo de elasticidad para carga axial (E) y representa 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 figura 3.5

$$E = \text{Tg } \theta = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = (\sigma_2 - \sigma_1) / (\varepsilon_2 - \varepsilon_1)$$

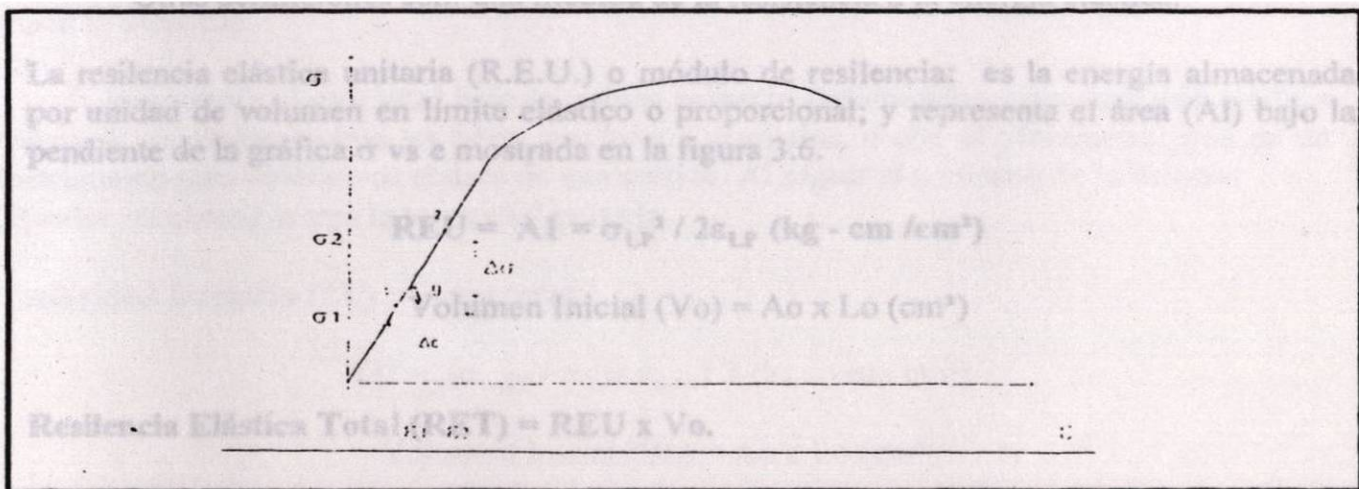


Figura 3.5

Material	Modulo Elástico (E)		
	#	X10 ⁶ (kg / cm ²)	(MPa)
Acero Ordinario	2.1	200	30
Aluminio	0.705	70	10
Latón	0.98	100	11
Hierro Colado	1.05	120	11.6
Madera	0.09	183	1.2
Concreto	0.25	500	3.5
Plástico	0.56	116	0.8

Valores promedio de modulo de elasticidad de algunos materiales
Tabla 1.1

RESILENCIA ELÁSTICA:

Es la propiedad que tienen 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 módulo de resiliencia: es la energía almacenada por unidad de volumen en límite elástico o proporcional; y representa el área (A1) bajo la pendiente de la gráfica σ vs e mostrada en la figura 3.6.

$$REU = A1 = \sigma_{LP}^2 / 2\varepsilon_{LP} \text{ (kg - cm / cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen Inicial (V}_0\text{)} = A_0 \times L_0 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$\text{Resiliencia Elástica Total (RET)} = REU \times V_0.$$

$$RET = \sigma_{LP}^2 / 2\varepsilon_{LP} \times V_0 \text{ (kg - cm)}$$

L.P.: Límite proporcional.

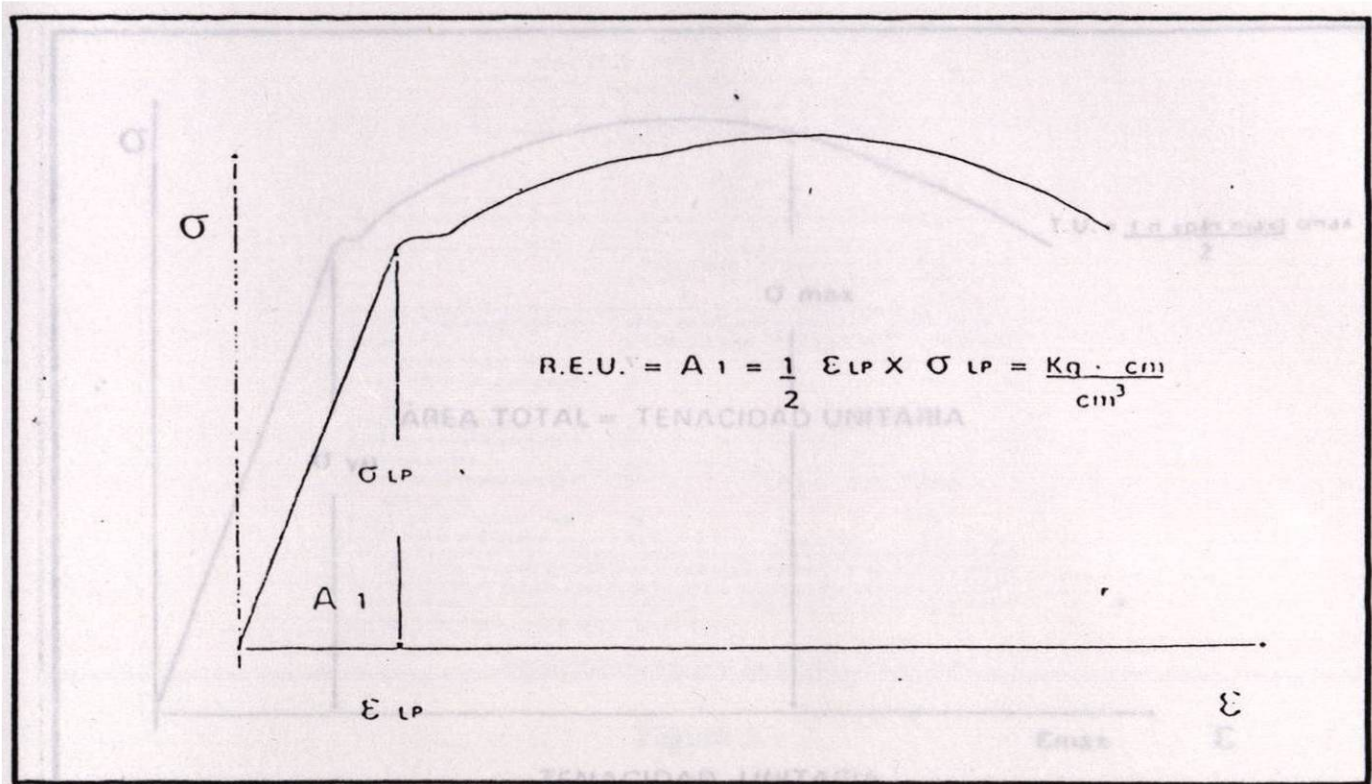


Figura 3.6

TENACIDAD:

Es la propiedad que tienen los materiales de absorber energía hasta el punto de rotura (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 planímetro, 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 (TU) = Area total

$$TU = (\sigma_{max} - \sigma_{YP}) \epsilon_{max} / 2 \text{ (kg - cm / cm}^3\text{)}$$

$$\text{Volumen Inicial (Vo) = } A_o \times L_o \text{ (cm}^3\text{)}$$

Tenacidad Total (TT) = TU x Vo (kg - cm)

YP (Yield Point): Punto de cedencia.

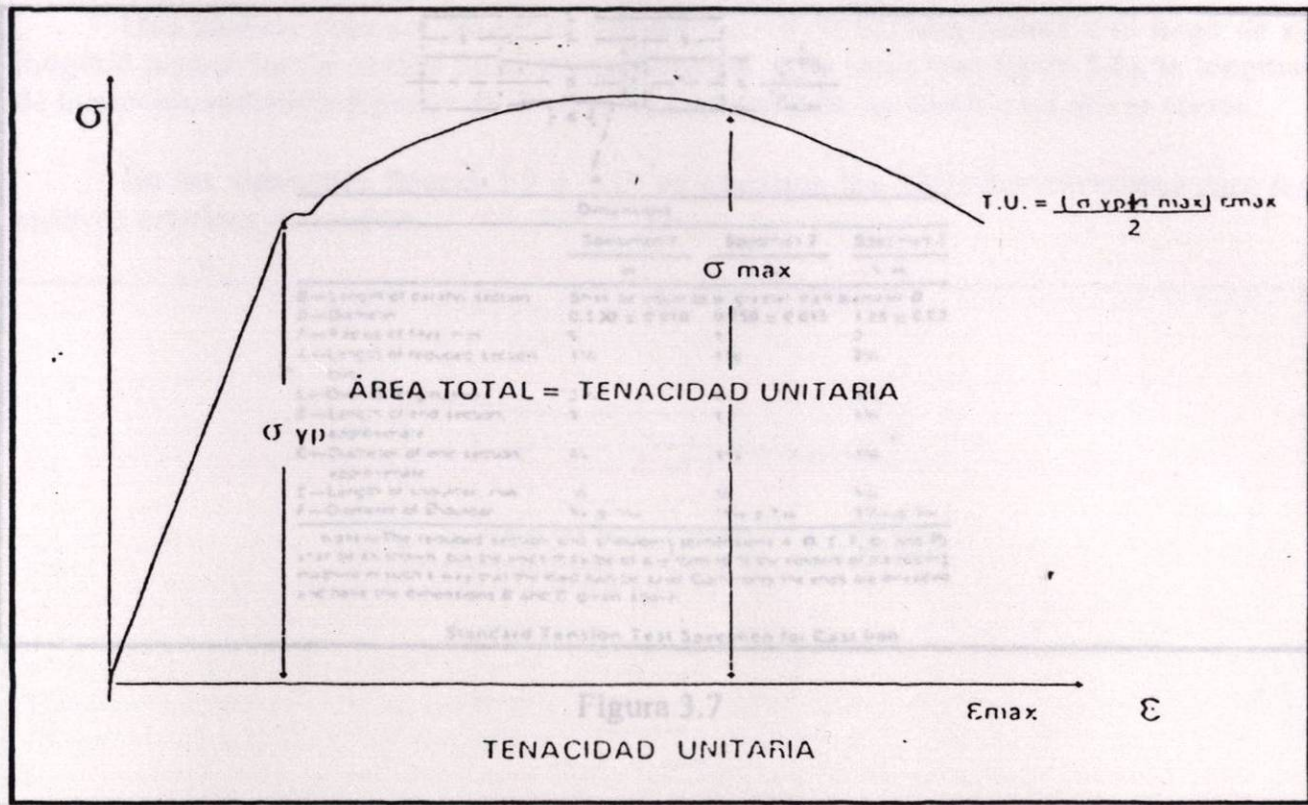


Figura 3.6a

ESTANDAR 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 la probeta depende de las asignaciones que estipule las normas referidas por las agencias de ensaye e inspección en los materiales y productos.

La porción 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 estandar, 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).

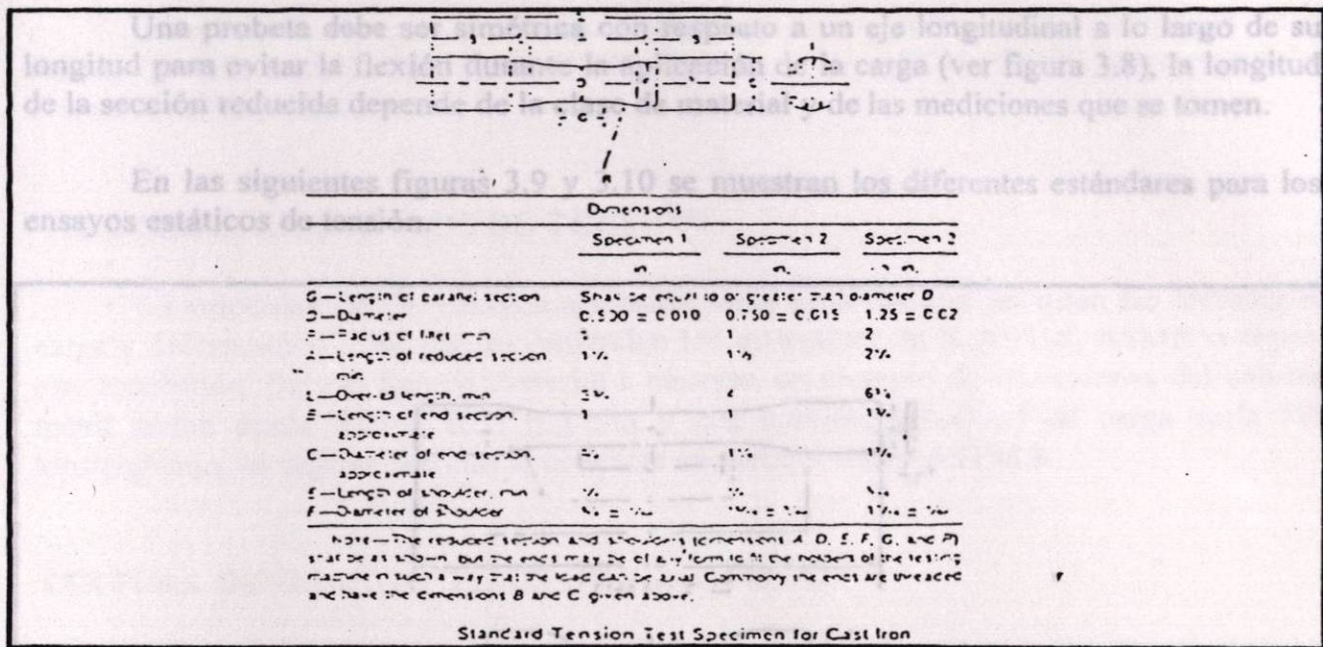


Figura 3.7

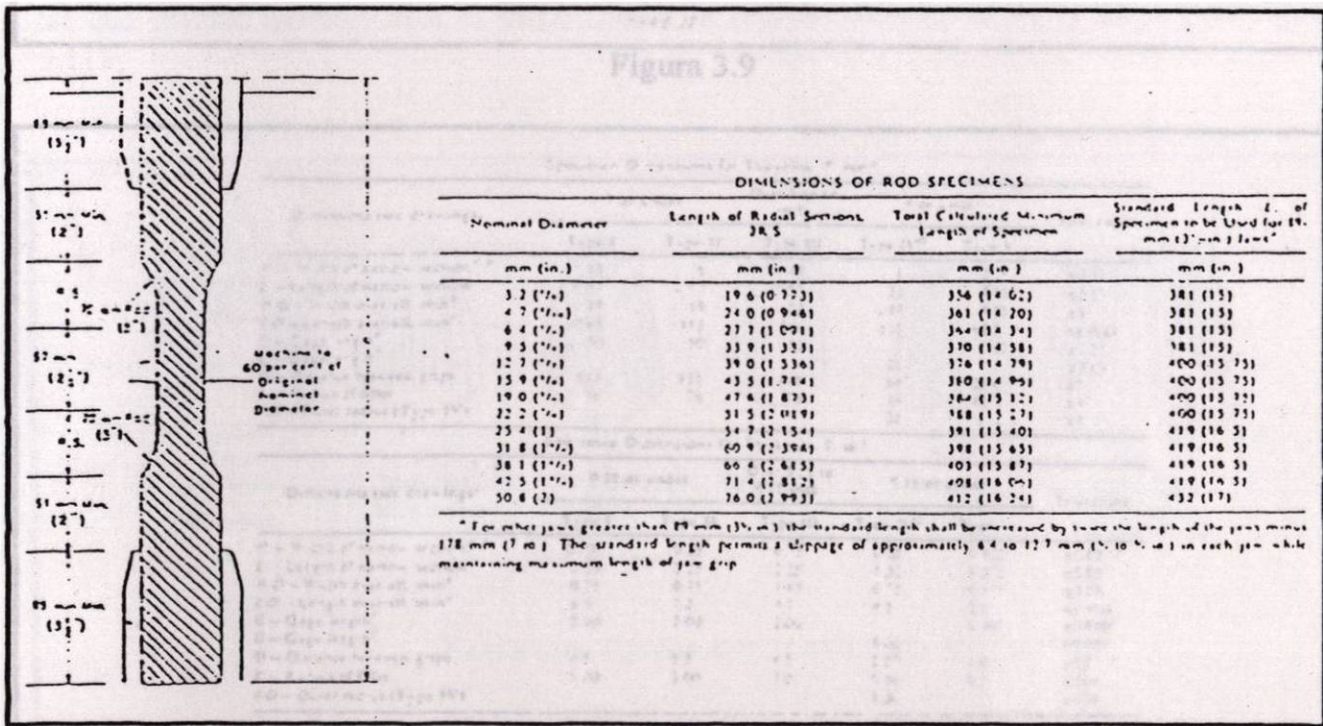


Figura 3.8

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.

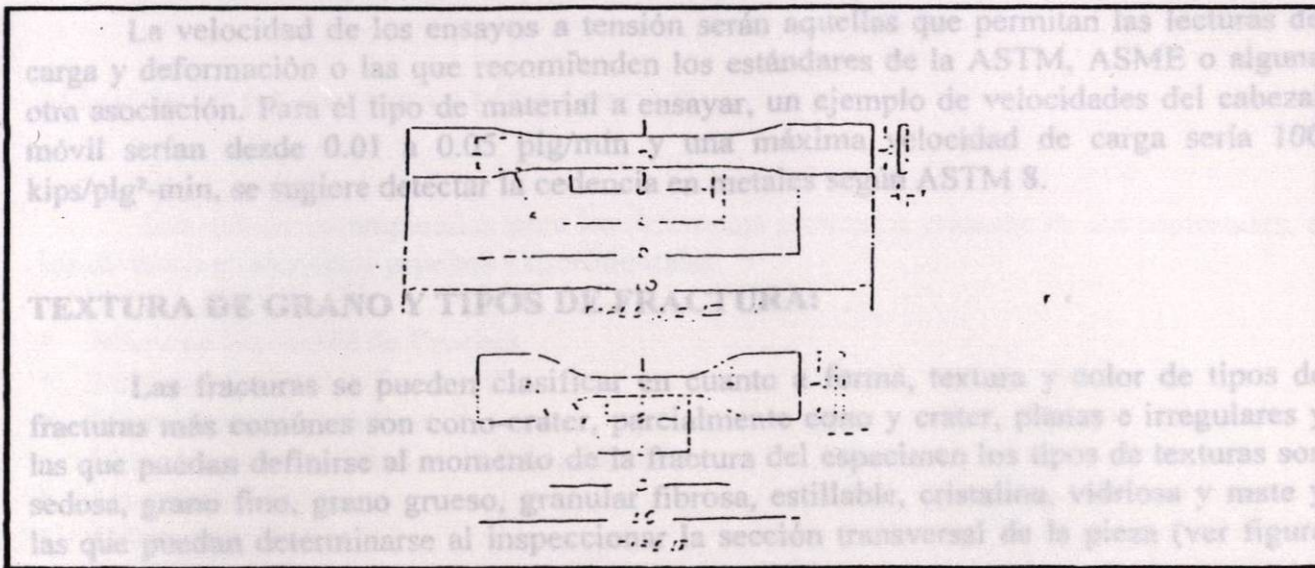


Figura 3.9

Specimen Dimensions for Tensile Test*						
Dimension (see drawings)	1/4 or under		Over 1/4 to 1/2		1/2 or under	
	Type I	Type II	Type III	Type IV [†]	Type V	Tolerances
W - Width of narrow section*	1/16	1/8	1/8	1/8	1/4	±0.005
L - Length of narrow section	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	±0.02
M - Width overall, min [†]	1/16	1/8	1/8	1/8	1/4	±0.02
LO - Length overall, min [†]	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	no max
C - Gauge length	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	±0.02
D - Distance between grips	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	±0.02
A - Radius of fillet	7/16	7/16	7/16	7/16	7/16	±1/16
RO - Outer radius (Type IV)				1/8		±1/16

Specimen Dimensions for Tensile Test*						
Dimension (see drawings)	0.25 or under		Over 0.25 to 0.50		0.50 or under	
	Type I	Type II	Type III	Type IV [†]	Type V	Tolerances
W - Width of narrow section*	0.10	0.15	0.15	0.22	0.30	±0.005
L - Length of narrow section	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	±0.02
M - Width overall, min [†]	0.15	0.20	0.20	0.25	0.30	±0.02
LO - Length overall, min [†]	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	no max
C - Gauge length	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	±0.010
D - Distance between grips	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	±0.005
A - Radius of fillet	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	±0.01
RO - Outer radius (Type IV)				0.10		±0.01

*Tensile Test Specimens for Sheet, Plate, and Molded Plastics

Figura 3.10

Otros estándares para polímeros o plásticos se encuentran en la asignación de la ASTM D 412, hasta D 530, hasta D 638; para concreto ASTM C 190; para materiales eléctricos ASTM D 651, etc.

VELOCIDAD EN ENSAYOS DE TENSIÓN

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 serían desde 0.01 a 0.05 plg/min y una máxima velocidad de carga sería 100 kips/plg²-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 de tipos de fracturas más comunes son cono-crater, parcialmente cono y crater, planas e irregulares y las que puedan definirse 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 figura 3.11).

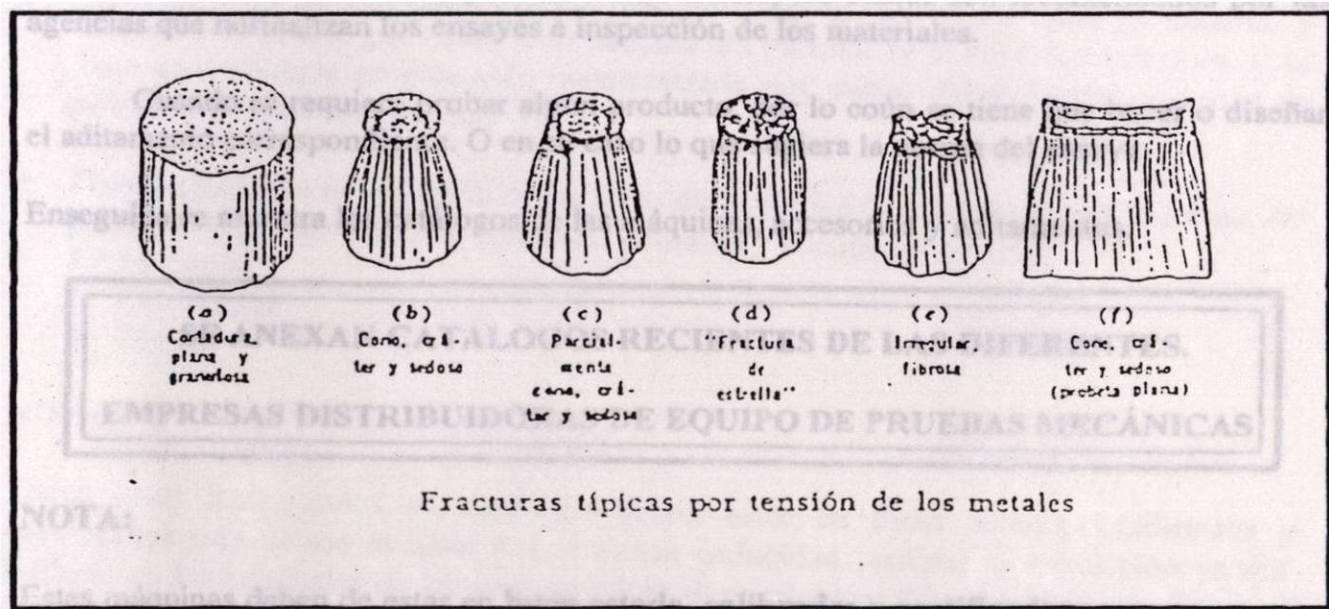


Figura 3.11

4.- Máquinas para Pruebas Mecánicas, Accesorios e Instrumentos de Medición

MÁQUINAS DE PRUEBAS MECÁNICAS

Las máquinas empleadas para las diferentes pruebas o ensayos en los materiales, en los diversos productos y pruebas experimentales.

- * Máquina Universal de Pruebas
- * Máquina de Dureza Rockwell
- * Máquina de Dureza Brinell
- * Máquina de Ductilidad en la Mina Metálica
- * Máquina de Torsión
- * Máquina de Fatiga

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

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 ensayo.

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

SE ANEXAN CATALOGOS RECIENTES DE LAS DIFERENTES.
EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE EQUIPO DE PRUEBAS MECÁNICAS

NOTA:

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

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

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

- * **Calibrador para lecturas de dimensiones lineales de tipo:**
 1. Vernier
 2. De Carátula
 3. Digitales

- * **Cinta métrica o flexómetro**

- * **Calibrador de tipo micrometros para la lectura de espesores interiores y exteriores.**

- * **Extensómetro para la medición de desplazamientos lineales de:**
 1. Carátula
 2. 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 se 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 máquina programable (automatizada por medio del software) el punto de cedencia del material a probar.**

- * **Planímetro: para la obtención de las áreas de la gráfica de esfuerzo contra deformación para determinar la resiliencia, tenacidad unitarios y pueden ser del tipo:**
 1. Mecánico
 2. De Carátula
 3. Digital

NOTA:

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

BIBLIOGRAFÍA

1. ENSAYE 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 LOS METALES POLÍMEROS.
3. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES.
AUTOR: DONALD ASKELAND.
4. POLÍMEROS Y CERÁMICOS.
MEMORIAS DE SEMINARIO DE POLÍMEROS Y CERÁMICOS.
5. CATÁLOGOS MANUALES DE OPERACIÓN DE MÁQUINAS, ACCESORIOS Y ADITAMENTOS PARA CADA UNO DE LOS MATERIALES.
FABRICANTE: TINIUS OLSEN Pa. U.S.A.
6. EXPEDIENTE DE PRUEBAS MÉCÁNICAS A LA INDUSTRIA PARA DIVERSOS MATERIALES Y PRODUCTOS.
REALIZADAS POR: ING. DANIEL RAMÍREZ VLL. A TRAVES DE LOS LABORATORIOS DE PRUEBAS MECÁNICAS DE LA F.I.M.E.- U.A.N.L. (DESDE 1974 A LA FECHA).
7. MATERIALES PARA INGENIERÍA.
AUTOR: VAN BLACK.

